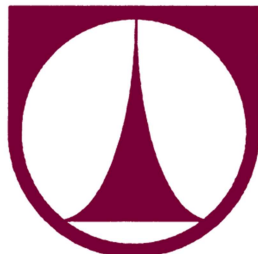


TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA STROJNÍ

Katedra vozidel a motorů



**ZAŘÍZENÍ PRO MANIPULACI S VOZIDLEM
V LABORATOŘÍCH TUL**

**THE EQUIPMENT FOR HANDLING A VEHICLE IN
THE LABORATORIES OF THE TECHNICAL
UNIVERSITY OF LIBEREC**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

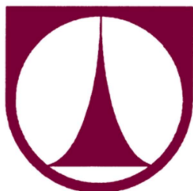
Martin Vodvárka

Leden 2013

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA STROJNÍ

Katedra vozidel a motorů



Obor 23 – 17 – 8

Konstrukce strojů a zařízení

Zaměření

Dopravní stroje a zařízení

**ZAŘÍZENÍ PRO MANIPULACI S VOZIDLEM V LABORATOŘÍCH
TUL**

**THE EQUIPMENT FOR HANDLING A VEHICLE IN THE
LABORATORIES OF THE TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC**

Bakalářská práce

KVM – BP – 284

Martin Vodvárka

Vedoucí diplomové práce: Ing. Robert Voženílek, Ph.D. – TU v Liberci, KVM

Konzultant diplomové práce: Ing. Josef Popelka – TU v Liberci, KVM

Počet stran: 33

Počet obrázků: 17

Počet příloh: 6

Počet výkresů: 11

Leden 2013

Místo pro vložení originálního zadání DP (BP)

ZAŘÍZENÍ PRO MANIPULACI S VOZIDLEM V LABORATOŘÍCH TUL

Anotace

Cílem této bakalářské práce je návrh konstrukčního řešení manipulačního zařízení, za účelem přepravy osobního automobilu v laboratořích Technické univerzity v Liberci. Pro vybrané řešení je provedena pevnostní kontrola zatížených částí. V práci je proveden rozbor přístupových cest a technická dokumentace vybraného řešení.

Klíčová slova: zařízení pro manipulaci, paletový vozík, svařování, ohybové napětí

THE EQUIPMENT FOR HANDLING A VEHICLE IN THE LABORATORIES OF THE TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC

Annotation

The target of the following bachelor thesis is the handling equipment structural design project on purpose of the passenger car transport in the Technical university of Liberec laboratories. The strength control of the loaded sections, the access roads analysis and the technical documentation is carried out for the chosen structural design in this work.

Key words: the equipment for handling, pallet truck, welding, intensity of bending stress

Zpracovatel: TU v Liberci, Fakulta strojní, Katedra vozidel a motorů
Dokončeno : 2013
Archivní označení zprávy:

Prohlášení k využívání výsledků bakalářské

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V dne

.....

podpis

Poděkování

Rád bych zde poděkoval všem lidem, kteří mi poskytli cenné informace a podporu potřebnou pro řešení problémů souvisejících s tvorbou bakalářské práce, zejména pak vedoucímu práce Ing. R. Voženílkovi Ph.D. za vstřícnost při konzultacích a předání jeho odborných rad.

Seznam zkratek

PV paletový vozík

Seznam symbolů a jednotek

a, b, c, l	délkové rozměry nosného zařízení	[mm]
a, t, d, h	rozměry průřezů nosníku	[mm]
C_1, \dots, C_8	integrační konstanty	[-]
E	modul pružnosti v tahu	[MPa]
F	zatěžující síla nosného zařízení	[N]
J_1, J_2, J_3	kvadratické momenty průřezů	[mm ⁴]
J_0	osový moment setrvačnosti v průřezu	[mm ⁴]
k	bezpečnost konstrukce	[-]
M_a	reakční moment nosníku	[N.mm]
M_o	ohybový moment	[N.mm]
$M_{(x)}$	momentové vnitřní statické účinky	[N.mm]
R_a	reakční síla nosníku	[N]
R_e	mez kluzu materiálu	[MPa]
$T_{(x)}$	silové vnitřní statické účinky	[N]
w'	sklon ohybové čáry nosníku	[rad]
w	průhyb v jednotlivých částech nosníku	[mm]
W_o	modul průřezu v ohybu	[mm ³]
x	vzdálenost k místu řezu	[mm]
α	součinitel zatížení	[-]
$\tau_{0\perp}$	ohybové napětí v koutovém svaru	[MPa]
τ_{DSV}	dovolené napětí v ohybu svaru	[MPa]

Obsah

1 Úvod.....	9
2 Manipulační zařízení pro automobily využívané v praxi.....	10
2.1 Předchůdci manipulačního zařízení pro automobily.....	10
2.2 Konstrukce a provedení manipulačního zařízení.....	10
2.3 Provedení konkrétního typu vozíku EJE 218.....	11
3 Manipulace s osobními automobily v laboratořích TUL.....	13
3.1 Projetí s vozem Škoda Superb.....	14
3.2 Projetí s vozem Škoda Octavia.....	15
4 Návrh konstrukce manipulačního zařízení.....	17
4.1 Volba vhodného paletového vozíku.....	17
4.2 Montáž nosného zařízení na paletový vozík.....	18
4.3 Návrh nosného zařízení.....	19
4.4 Postup manipulace s autem.....	21
5 Kontrolní výpočet.....	22
6 Závěr.....	31
Seznam použité literatury.....	32
Seznam příloh.....	33

1 Úvod

V nových prostorách Laboratoří pohonných jednotek je manipulace s většími objekty obtížná. Ke zkušebním zařízením a testovacím stolicím je nutné přepravovat osobní automobily chodbami laboratoří. Firma Jungheinrich vyvinula pro přepravu v uzavřených prostorách speciální manipulační vozík. Jedná se o zařízení, které je schopno zvednout přední nebo zadní část vozidla a dle potřeby s ním manipulovat. Například při zvednutí přední části vozidla, zůstávají zadní kola stále ve styku s podložkou. Pojízdná souprava funguje jako dvounápravové vozidlo, které obsluhuje pracovník. Výhodou takového zařízení je možnost přepravy bez výfukových plynů produkovaných automobilem a ochránit tak pracovníky před nežádoucími vlivy.

V této bakalářské práci se budu zabývat možnostmi manipulace s jednotlivými vozy Škoda v problematických místech laboratoře. Součástí práce je i volba vhodného paletového vozíku. Tento vozík musí být schopen jednoduché manipulace a snadného rozjezdu i při zatížení hmotnosti vozidla. Dalším krokem bude návrh nosného zařízení pro uchycení automobilu, volba vhodných technologií a provedení kontroly průhybu nosné části zařízení. V příloze bude uvedena kompletní technická dokumentace nosného zařízení.

2 Manipulační zařízení pro automobily využívané v praxi

Pro manipulaci s osobními vozy v uzavřených prostorech, bez znečišťujících látek a hůře klimatizovaných prostorů byl vyvinut speciální manipulační prostředek. Základní myšlenka jeho návrhu pochází z konstrukce konvenčního paletového vozíku. Nosnost tohoto zařízení je upravena tak, aby byl manipulační prostředek schopen přepravit osobní nebo dodávkový automobil do požadované polohy.

2.1 Předchůdci manipulačního zařízení pro automobily

Pracovní prostory a zkušební zařízení pro testování nejrůznějších částí automobilů jsou umístěny v uzavřených a většinou neklimatizovaných halách. Kvůli bezpečnosti práce by neměla být obsluha jednotlivých pracovišť vystavena výfukovým plynům. Úkolem tedy je, jak pohodlně přepravit vozidla mezi jednotlivými pracovišti. Dříve byl tento požadavek vyřešen pomocí externích katalyzátorů, které byly zavěšeny na zadním nárazníku zkušebního vozidla a spojeny hadicí do výfukového systému. Pro správné fungování katalyzátoru bylo nutno zajistit správnou teplotu a tak byly předehřívány na vstupu do každého objektu. Ale ani tento postup nezabránil nepříjemnému zápachu na pracovištích. Dalším problémem těchto zařízení byla vyšší poruchovost, také nutnost uchování více typů adaptérů na připojení k výfukovému potrubí a nepřesnosti v některých prováděných testech.

2.2 Konstrukce a provedení manipulačního zařízení

Manipulační zařízení tedy bylo vyvinuto speciálně pro přepravu osobních a dodávkových automobilů. Hnací část je podobná jako u konvenčního paletového vozíku. Speciálně vyvinutá zdvihací část je schopna naložit a zajistit automobil z přední, ale také ze zadní strany automobilu. Pomocí hydraulického nastavení délky je schopen vozík naložit téměř všechny typy automobilů.



Obr. 2.1: Naložení na manipulační zařízení z přední strany automobilu [1]

2.3 Provedení konkrétního typu vozíku EJE 218

Podle zkušeností pracovníků lze určit, se kterými modely vozidel z které strany je možné lépe provádět manipulaci. To souvisí mimo jiné se světlou výškou a s konstrukcí náprav. Pracovník najede s plošinou pod vozidlo tak, až dosednou oba



vpravo a vlevo umístěné pevné upínače na pneumatiky. Poté se obě pohyblivá křídla, která jsou nyní umístěna u protilehlých stran pneumatik, hydraulicky sklopí. Přední a zadní kola vozidla se zafixují, kola se pouze sevřou, vozidlo se však ještě nezvedne.

Obr. 2.2: Naložení ze zadní strany automobilu [1]

Teprve potom se zahájí proces zvedání. Oba tyto pracovní kroky se provedou za sebou pomocí postupného spínání. Zatížená část se s osobním automobilem zcela zvedne, tím se zruší aretace zatížených kol (řídících koleček), takže je lze volně otáčet v úhlu 360 stupňů. Zatížená kola tak nemají již žádný vliv na řídicí vlastnosti celé soupravy. Nezvednutá náprava osobního automobilu se stane v tomto systému novou zatíženou nápravou, což naproti tomu způsobí, že souprava funguje jako dvounápravové vozidlo. Tento takzvaný „efekt obytného přívěsu“, tedy vybočení a také časové zpoždění, se při řízení neprojeví, střední, tedy třetí náprava soupravy se prakticky vyřadí z činnosti. Ve spuštěném stavu se chová vozík EJE 218 jako normální nízkozdvíhový vozík. Zatížená kola jsou aretována, takže při řízení se vozík EJE otáčí okolo středu zatížené nápravy. Z důvodu nízké konstrukční výšky zátěžové části a z toho vyplývající nízké světlé výšky byla namontována ještě jedna malá zvláštnost: Pomocí speciální funkce ovládání lze zvětšit světlou výšku z 20 milimetrů asi na 65 milimetrů, takže je možná jízda na nerovném terénu také v prázdném stavu.

Protože manipulace s vozíkem EJE 218 je obdobně jednoduchá jako s nízkozdvíhovým vozíkem, může vozík bezpečně ovládat každý pracovník i bez

rozsáhlého zaškolení. Kromě toho nejsou pro různá vozidla potřebná žádná rozdílná řešení. To platí pro vozidla s nosností až 3,5 tuny, neboť se zatížení rozdělí na dvě nápravy. Osobní automobily, které se mají přepravovat, lze díky mimořádné obratnosti podlahového dopravního prostředku firmy Jungheinrich otočit téměř na místě. Pokud je třeba osobní automobil v nějaké dílně pro motorová vozidla umístit na plošinu, pak jsou potřebné tři, často také pět zatažení. Pomocí vozíku EJE 218 lze najet na zvedací plošinu jedním tahem. Manipulační vozík EJE 218 není jediným typem používaným pro přepravu automobilů. Další typy jsou uvedeny níže na obrázcích. [1]



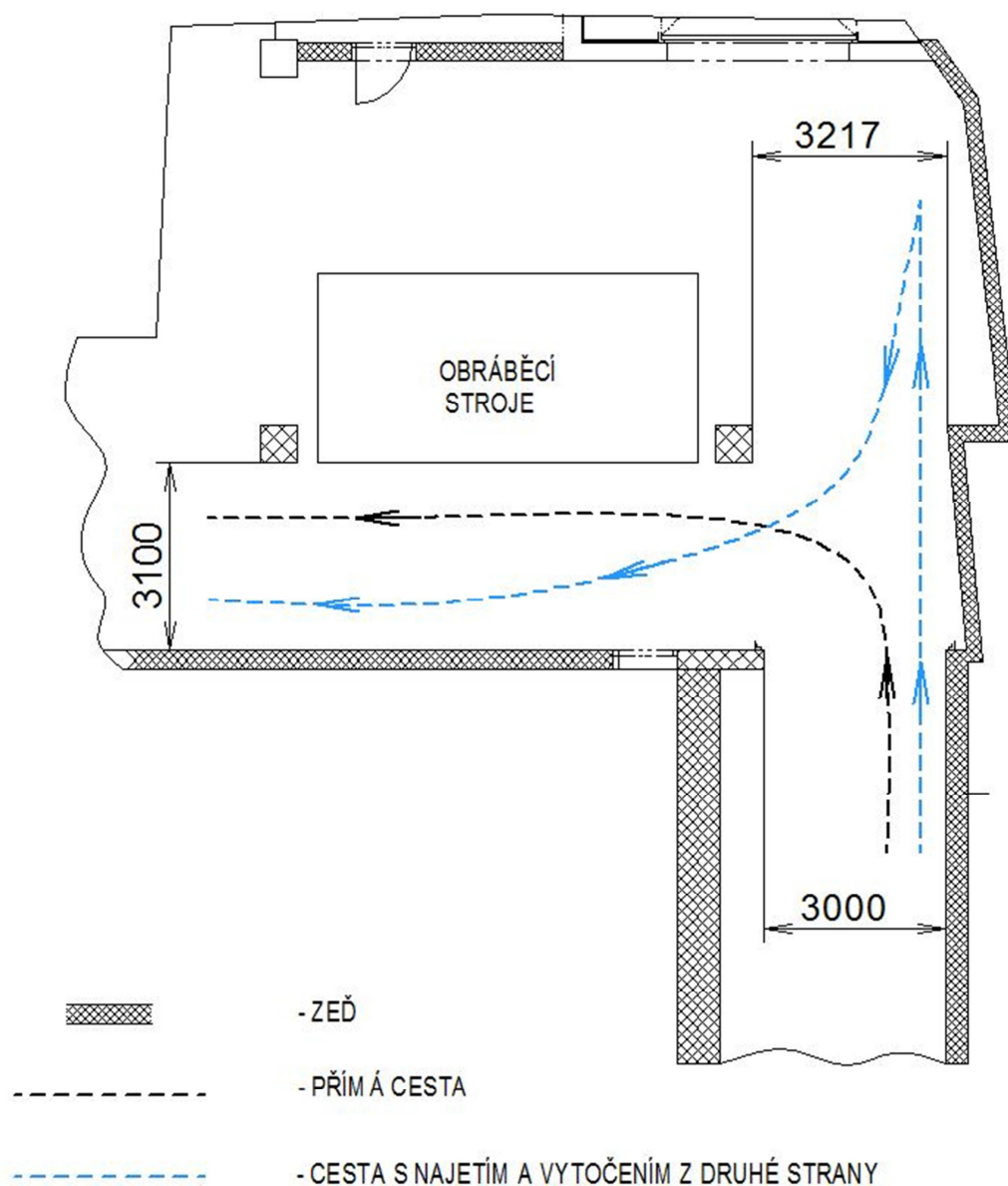
Obr. 2.3: Model dalšího typu manipulačního vozíku pro přepravu automobilů [2]



Obr. 2.4: Dalšího typ manipulačního vozíku pro přepravu automobilů [3]

3 Manipulace s osobními automobily v laboratořích TUL

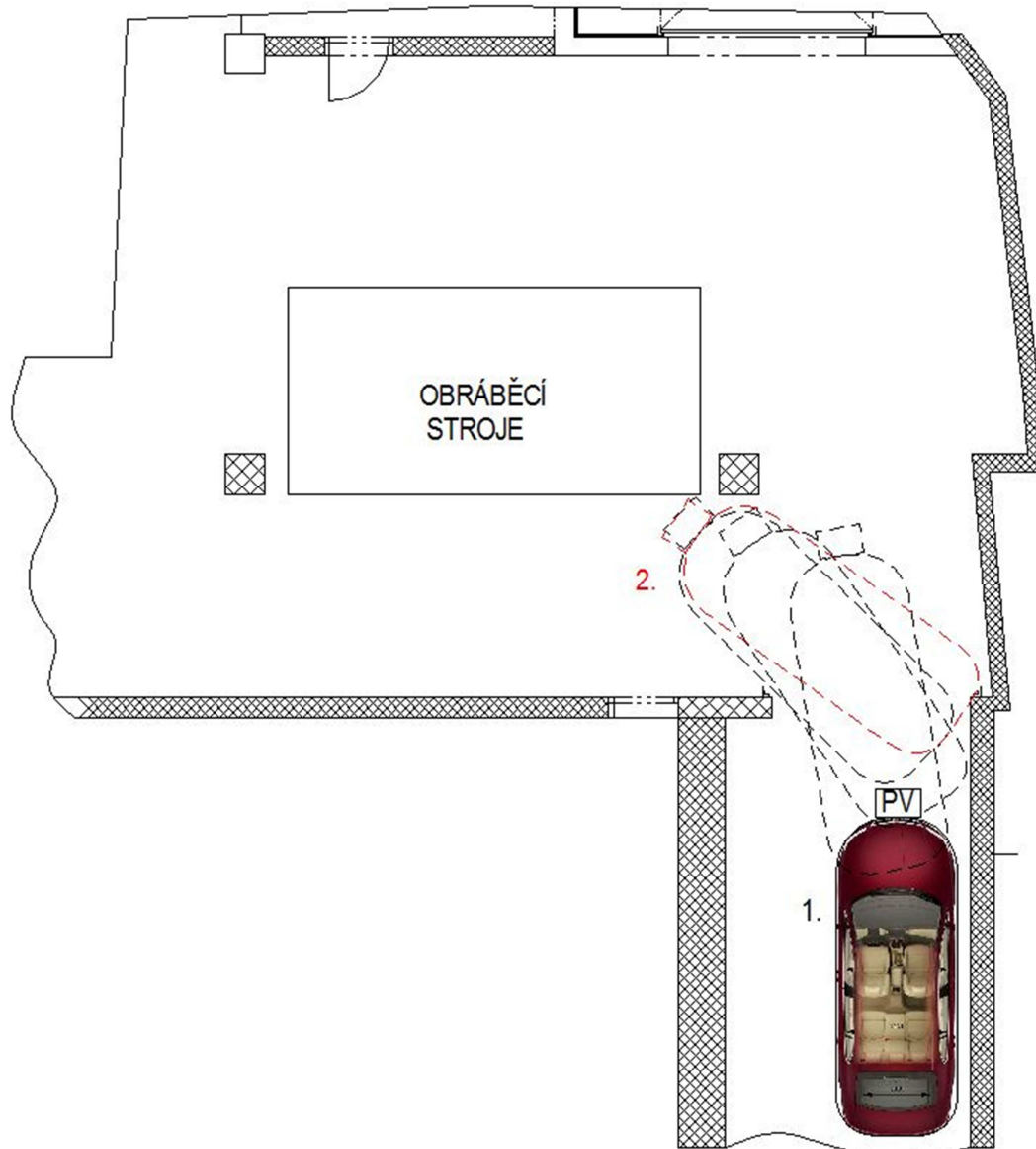
Zvolené manipulační zařízení, které je popsáno v následujících kapitolách je navrženo tak, aby bylo schopno přepravit automobil přes stísněné prostory v laboratořích. Na Obr. 3.1 jsou ukázány možné cesty projetí právě této kritické části laboratoří. Přímá cesta, na obrázku vyznačena černou čerchovanou čarou, je omezena svým menším nájezdem, jeho šířka je 3000 milimetrů. Cesta s najetím a vytočením z druhé strany je výhodná v rozšířeném nájezdu, který má šířku 3217 mm. Také s rozšířením pravé zdi, kde je možné tento prostor využít k manipulaci.



Obr. 3.1: Možnosti cest v laboratořích TUL

3.1 Projetí s vozem Škoda Superb

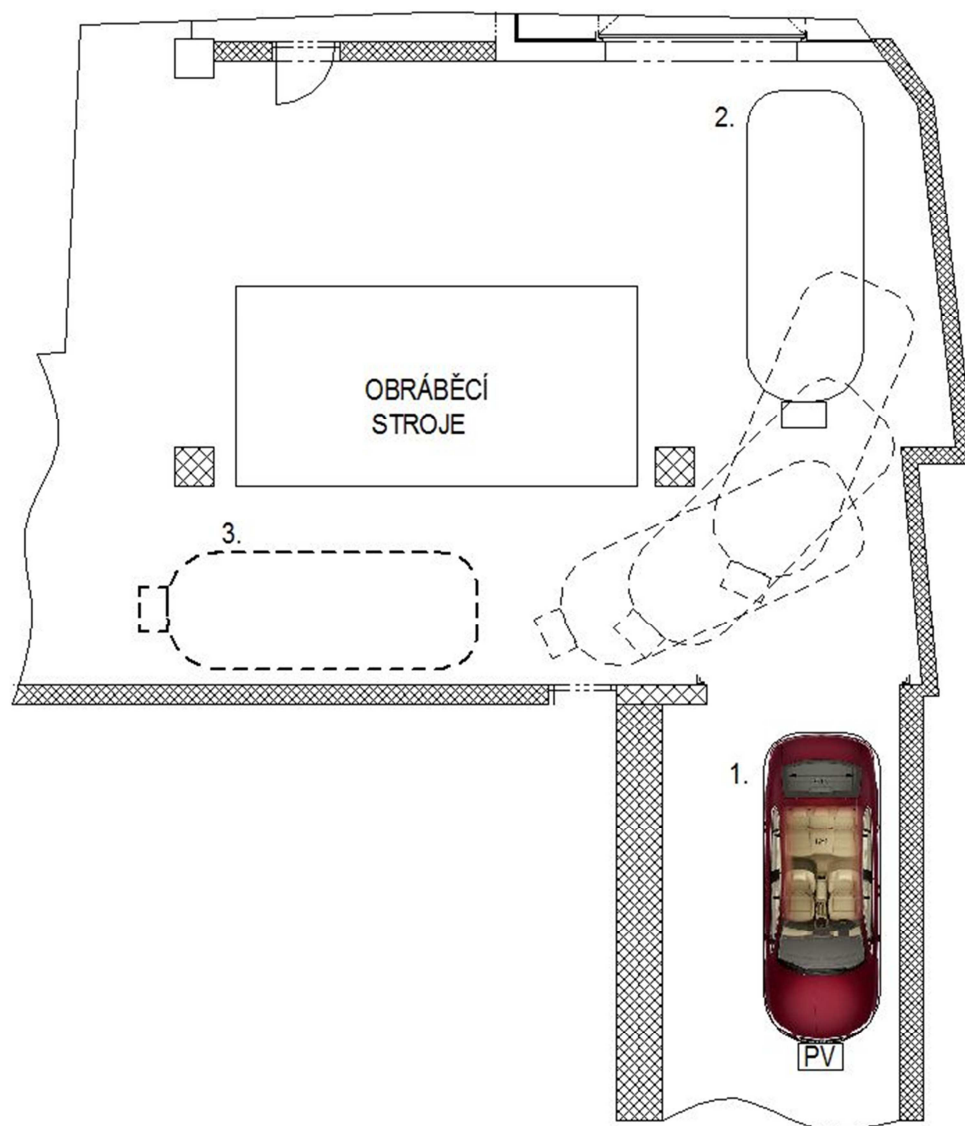
První variantou projetí je přímá cesta. Délka vozu Škoda Superb je 4838 mm a šířka vozu je 1817 mm. Tyto rozměry a zaoblení vozu jsou rozhodné pro možné projetí danou cestou.



Obr. 3.2: Neúspěšné projetí vozu Škoda Superb přímou cestou [4]

Na Obr. 3.2 je vůz Škoda Superb v nájezdové poloze označené číslem 1. Postupným posouváním a natáčením se Superb dostane do červené polohy označené 2. V této poloze je zřejmé, že rozměry automobilu jsou příliš velké na projetí přímou cestou. Černý obdélník na obrázku s označením PV je zvolený paletový vozík, přes které se bude manipulační zařízení ovládat.

Po neúspěšném projetí přímou cestou je nutné prověřit manipulaci cestou s najetím a vytočením z druhé strany.

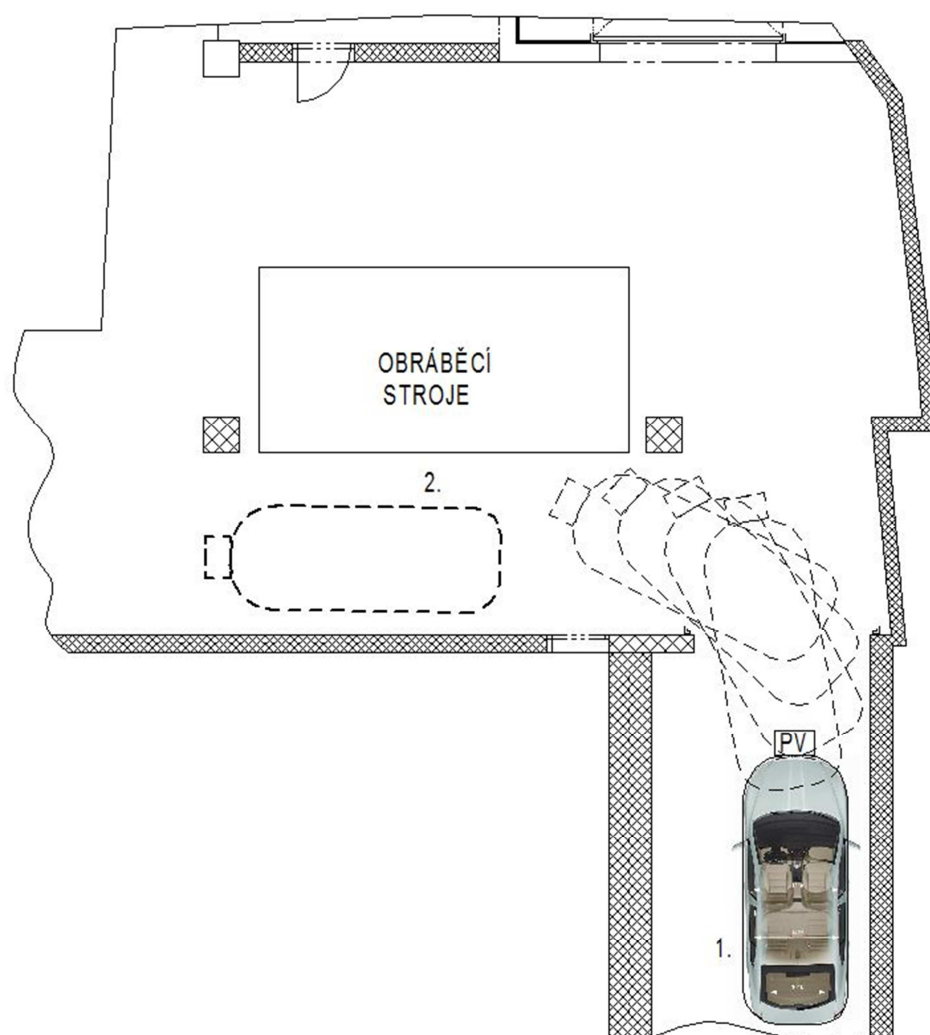


Obr. 3.3: Průjezd vozu Škoda Superb cestou s najetím z druhé strany

Na Obr. 3.3 začíná projetí vozu v poloze 1. Automobil je odtlačen do najížděcí polohy označené na obrázku číslem 2. Do této polohy Superb tzv. couvá, aby mohl být do další polohy tažen s paletovým vozíkem vpřed. Z polohy 2. je vůz postupným posouváním a natáčením dopraven do polohy 3. Díky větší šířce nájezdu je tedy možné Superb dopravit do požadované polohy 3.

3.2 Projetí s vozem Škoda Octavia

Délka automobilu Škoda Octavia je 4569 mm a šířka 1769 mm. Tento vůz je tedy o něco menší než v předešlém případě Škoda Superb. Možnost projetí je nejdříve nutné vyzkoušet přímou cestu.



Obr. 3.4: Průjezd vozu Škoda Octavia přímou cestou

Na Obr. 3.4 začíná manipulace opět v poloze 1. Průběh dalšího projetí vozu je dán postupným natáčením a posouváním a vyjetím až do polohy 2. Z obrázku tedy vyplývá, že projetí automobilu je možné přímou cestou a není zapotřebí najetí z protilehlé strany.

Další automobily výrobce Škoda (Yeti, Fabia, Citigo, Roomster a Rapid) mají menší rozměry než výše testované typy. Tato vozidla by měla snadno projet přímou cestou.

4 Návrh konstrukce manipulačního zařízení

Pro manipulaci s automobily v laboratořích je nejdříve nutné vůz zvednout. Dále je potřeba vyřešit pojezd, díky kterému se s vozem bude moci manipulovat. Dalším krokem je návrh konstrukce přípravku, do kterého bude vůz usazen a následná montáž přípravku na zvolený pojezd.

Pro zvednutí vozu je vhodné použít zvedák (šroubový, hřebenový, hydraulický, pneumatický, atd.). Tento zvedák je potřeba zakomponovat do pojezdu tak, aby vzniklé zařízení bylo schopno provádět požadovanou manipulaci. V praxi je pro tento účel využíván paletový vozík. Pro bakalářskou práci jsem zvolil využití právě tohoto vozíku.

4.1 Volba vhodného paletového vozíku

Základním parametrem paletového vozíku je nosnost. Hmotnost vozu Škoda Superb je cca. 1620kg. Zvolená nosnost vozíku by měla být větší než 1900 kg. Dalším požadavkem je délka, šířka a rozteč vidlí. Tyto rozměry jsou důležité pro montáž přípravku a stabilitu vozíku. Pro usnadnění manipulace by měl vozík být schopen plynulého rozjezdu vpřed i vzad.



Parametry:

Nosnost: 2000kg

Délka vidlic: 1500mm

Šířka přes vidlice: 520mm

Výška zdvihu: 200mm

Kola: polyuretan

Hmotnost: 78kg

Obr. 4.1: Klasický paletový vozík [5]

**Parametry:**

Nosnost: 2300 kg

Délka vidlic: 1600 mm

Šířka přes vidlice: 685 mm

Šířka vidlice: 156 mm

Výška zdvihu: 200 mm

Kola: polyuretan

Hmotnost: 75 kg

Tloušťka vidlí: 6 mm

Světlost nad podlahou: 40 mm

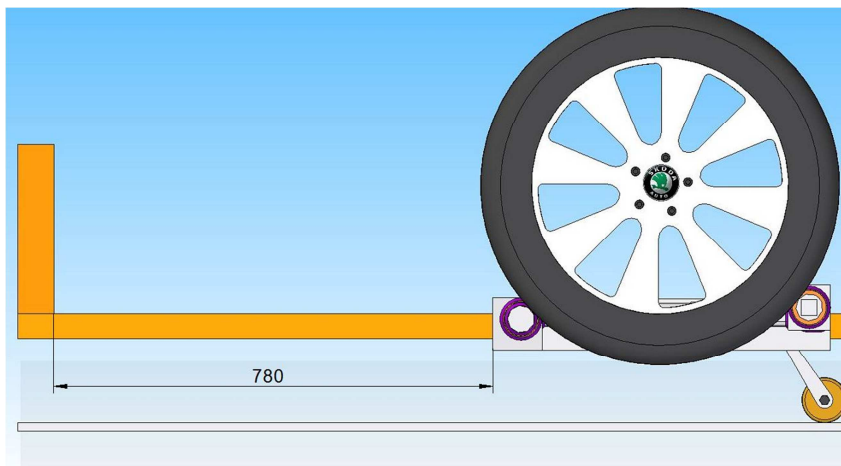
Obr. 4.2: BT Lifter PRO [6]

Nejtěžší část manipulace s paletovým vozíkem je rozjezd. Klasický paletový vozík potřebuje pro rozjezd s plnou zátěží sílu 450N. Plně naložený BT Lifter PRO díky své konstrukci potřebuje pro rozjezd pouze 150N. Tato vlastnost je podstatná pro obtížné vytáčení v prostorech laboratoří, důležitá je také pro stabilitu polohy automobilu na manipulačním přípravku. Výhodou je možnost zvolení potřebných rozměrů – šířka přes vidlice a délka vidlic, které jsou důležité pro usazení přípravku na paletový vozík. Z těchto důvodů volím pro bakalářskou práci *paletový vozík BT Lifter PRO*.

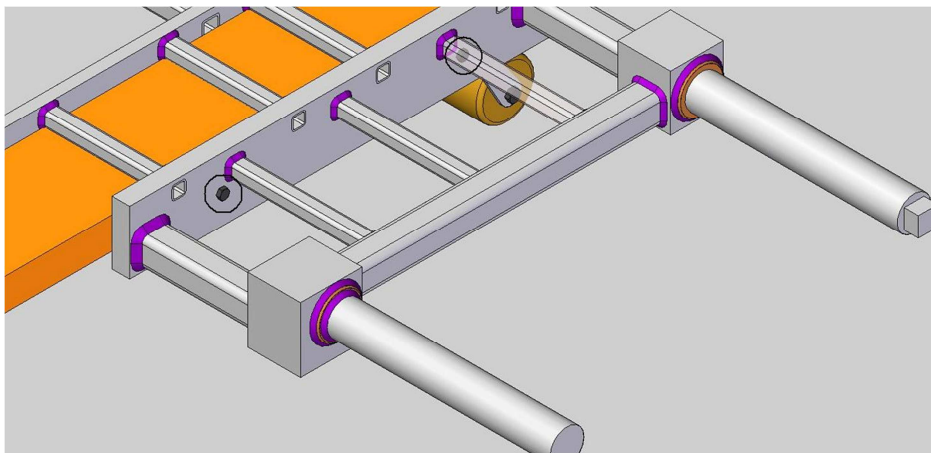
4.2 Montáž nosného zařízení na paletový vozík

Pro uložení na paletový vozík je důležitá vzdálenost nosného zařízení od začátku zvedací části. Tato část by mohla kolidovat při zvedání s přední částí automobilu. Pro vůz Škoda Superb je tato vzdálenost 780 mm.

Nosné zařízení je přišroubováno k vidlím paletového vozíku čtyřmi šrouby M8x30 ČSN 02 1101. Vidle mají tloušťku 6 mm a z boku je nutno vyvrtat závitový otvor pro šroub M8 ve vzdálenosti 910 a 1250 mm od zvedací části.



Obr. 4.3: Vzdálenost nosného zařízení od zvedací části

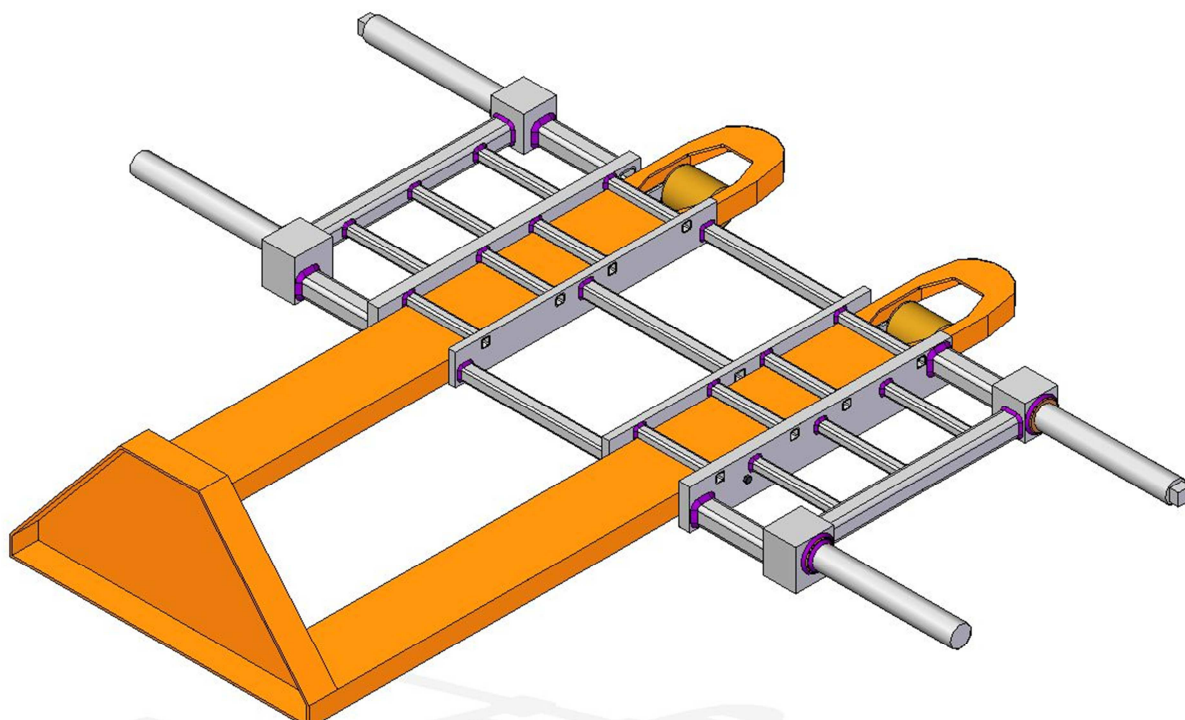


Obr. 4.4: Zobrazení šroubů k připevnění nosné části

Na obrázku 4.4. je zobrazena přišroubovaná nosná část k paletovému vozíku. Šrouby znázorněné v černých kružnicích jsou umístěné na obou vnějších stranách paletového vozíku.

4.3 Návrh nosného zařízení

Nosné zařízení je sestaveno ze čtvercových profilů, obdélníkových pásů a tyčí jako svařenec. Svary budou provedeny svařováním elektrickým obloukem v ochranné atmosféře CO_2 . Otvory pro správnou polohu dílů budou vrtány nebo vytvořeny jako laserový výpalek. Délka nosného zařízení je 1879 mm a šířka 600mm. Technická dokumentace, popis metod svařování a laserového vypalování je uvedena v příloze bakalářské práce.

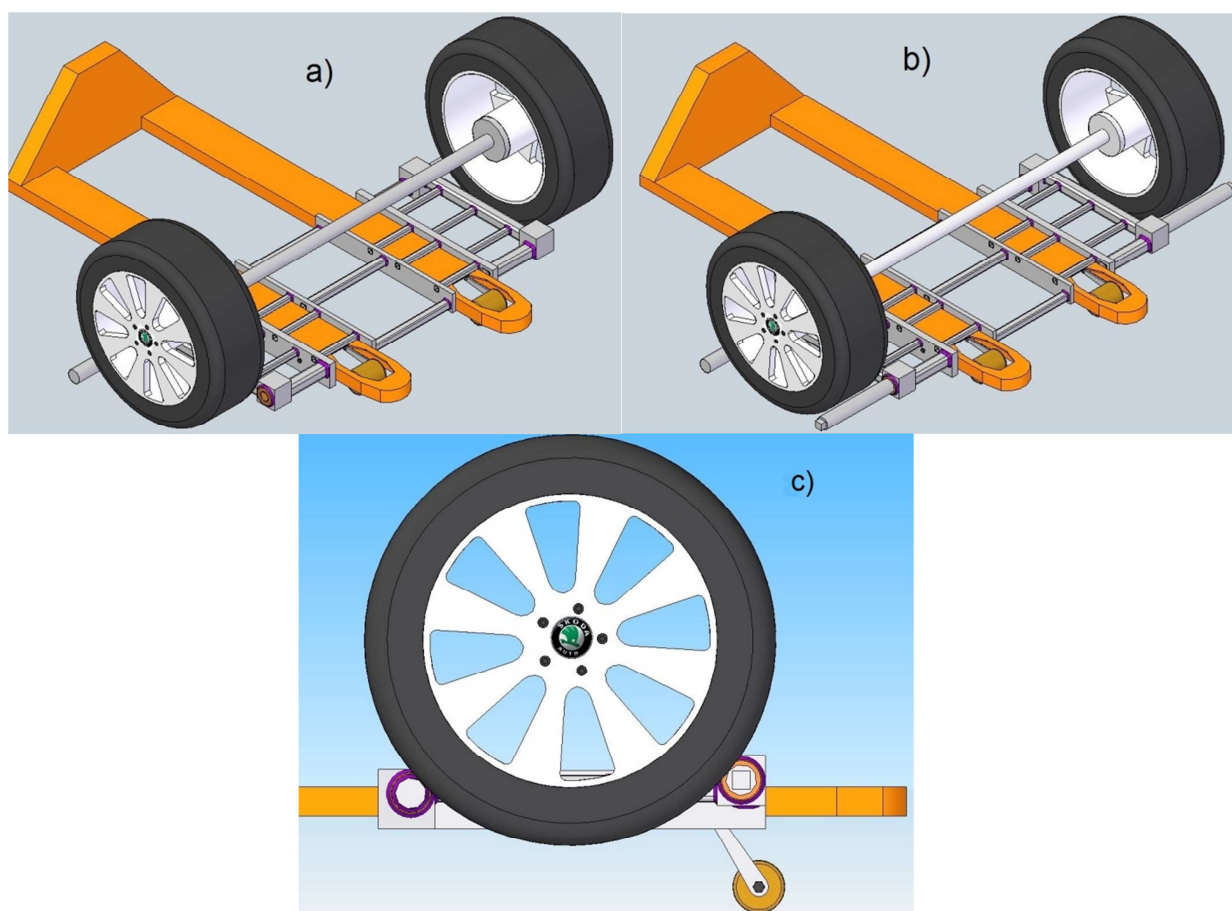


Obr. 4.5: Konstrukce nosného zařízení

Na obrázku 4.5 je znázorněno nosné zařízení, které je přišroubované k zjednodušenému modelu vidlí. Fialovou barvou jsou vyobrazeny jednotlivé svary. V obdélníkových pásech jsou laserovým vypalováním vyrobeny otvory. Tyto otvory slouží pro jednodušší polohování čtvercových tyčí a snadnější svařování. Kruhové tyče slouží pro zvedání automobilu. Mezi tyto tyče jsou ukotvena kola vozu, zároveň jsou uloženy v kalených pouzdrech z materiálu 12 030 pro zmenšení opotřebení. Vzdálenost mezi tyčemi je konstruována na nejčastěji používaná 18-ti palcová kola vozu Škoda Superb (viz příloha č. 5). Bezproblémové usazení mezi tyče je možné i pro menší nebo větší kola. Jeden pár tyčí je svařen pevně ke zbytku konstrukce, slouží jako doraz pro nájezd ke kolům automobilu. Druhý pár je našroubován do pouzdra pomocí lichoběžníkového rovnoramenného závitu, na konci těchto tyčí je vyfrézován čtyřhran pro dotažení šroubového spoje. Celé nosné zařízení je upevněno k vidlím paletového vozíku pomocí šroubů. Další možnou variantou je nosné zařízení s paletovým vozíkem svařit. Výhodou šroubového spoje je možnost demontáže a využití paletového vozíku k jinému účelu. Tato konkrétní konstrukce nosného zařízení je vytvořena pro manipulaci s vozem Škoda Superb.

4.4 Postup manipulace s vozidlem

Manipulace začíná najetím paletového vozíku pod automobil až na doraz pevných tyčí k pneumatikám, jak je naznačeno na obrázku 4.6 a. Dále je přišroubován druhý pár tyčí a utažen pomocí čtyřhranu na konci tyče (obr. 4.6 b). Dalším krokem je zvedání automobilu paletovým vozíkem. Po zvednutí jsou přední kola uchycena mezi tyčemi a zadní kola jsou dále ve styku s podlahou v laboratořích (obr. 4.6 c) a následně je možná manipulace s vozem po prostorách laboratoří.

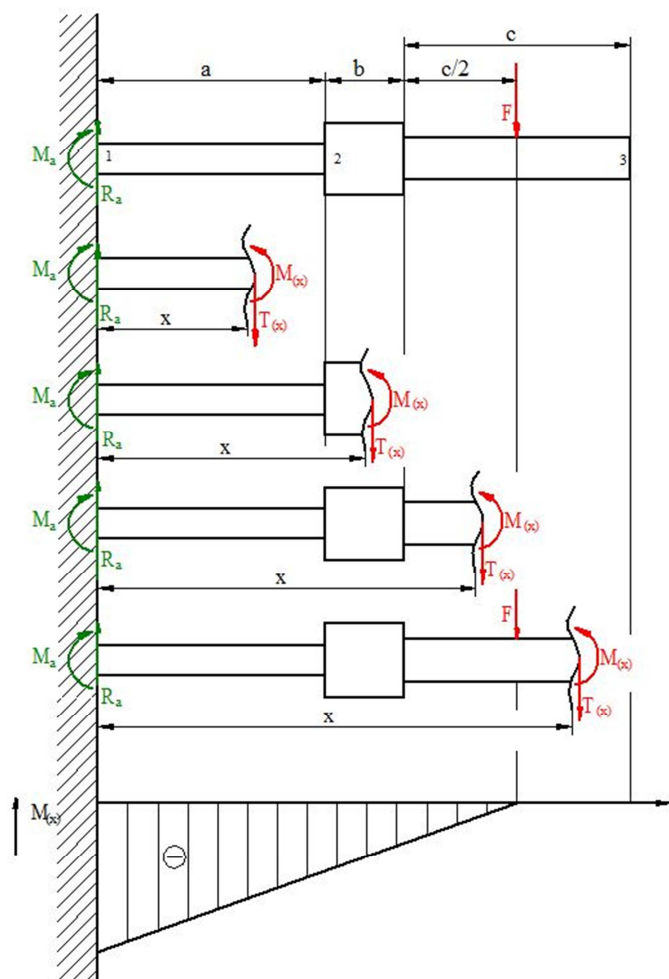


Obr. 4.6: Postup manipulace s vozidlem

5 Kontrolní výpočet

Kontrolován je průhyb v jednotlivých částech nosníku. Uvedený výpočet je zjednodušený. Pro zvýšení tuhosti a snížení průhybu jsou v nosném zařízení přivařeny žebra v podobě čtvercových tyčí. Výpočet je proveden metodou integrace diferenciální rovnice. Zvolená zatěžující síla vyplývá z hmotnosti vozu Škoda Superb ($m = 1550 \text{ kg}$). Budeme uvažovat rovnoměrné rozložení hmotnosti automobilu. Zatížení na jedno kolo je $1550/4 = 387,5 \text{ kg}$. Na jedno nosnou tyč $387,5/2 = 194 \text{ kg}$.

S bezpečností 1,7 je zatížení na jednu nosnou tyč 325 kg .



Zadané hodnoty:

$$a = 167,5 \text{ mm}$$

$$b = 75 \text{ mm}$$

$$c = 368 \text{ mm}$$

$$l = 610,5 \text{ mm}$$

$$F = 3250 \text{ N}$$

Výpočet:

a) Určení reakcí nosníku:

$$\uparrow y: R_a - F = 0 \quad (1)$$

$$R_a = F = 3250 \text{ N}$$

$$\curvearrowright A: M_a + F \cdot \left(a + b + \frac{c}{2}\right) = 0 \quad (2)$$

$$M_a = -3250 \cdot \left(167,5 + 75 + \frac{368}{2}\right)$$

$$M_a = -1321125 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$M_a = -1321 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Obr. 5.1: Určení reakcí a vnitřních statických účinků nosníku

b) Určení vnitřních statických účinků:

$$\text{I) } x \in \langle 0, a \rangle$$

$$\uparrow y: R_a - T_{(x)} = 0 \Rightarrow R_a = T_{(x)} \quad (3)$$

$$T_{(x)} = 3250 \text{ N}$$

$$\curvearrowright x: M_a + R_a \cdot x - M_{(x)} = 0 \quad (4)$$

$$M_{(x)} = M_a + R_a \cdot x = -F \cdot (a + b + c/2) + F \cdot x = 0 \quad (5)$$

II) $x \in \langle a, a + b \rangle$

$$\uparrow y: R_a - T_{(x)} = 0 \Rightarrow R_a = T_{(x)} \quad (6)$$

$$\cup x: M_a + R_a \cdot x - M_{(x)} = 0 \quad (7)$$

$$M_{(x)} = M_a + R_a \cdot x = -F \cdot (a + b + c/2) + F \cdot x = 0 \quad (8)$$

III) $x \in \langle a + b, a + b + c/2 \rangle$

$$\uparrow y: R_a - T_{(x)} = 0 \Rightarrow R_a = T_{(x)} \quad (9)$$

$$\cup x: M_a + R_a \cdot x - M_{(x)} = 0 \quad (10)$$

$$M_{(x)} = M_a + R_a \cdot x = -F \cdot (a + b + c/2) + F \cdot x = 0 \quad (11)$$

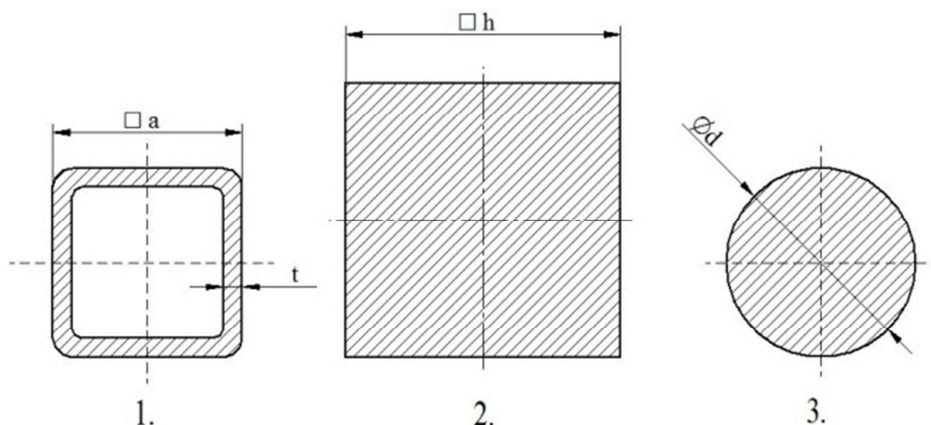
IV) $x \in \langle a + b + c/2, l \rangle$

$$\uparrow y: R_a - T_{(x)} - F = 0 \Rightarrow T_{(x)} = R_a - F = 0 \quad (12)$$

$$\cup x: M_a + R_a \cdot x - M_{(x)} - F(x - (a + b + c/2)) = 0 \quad (13)$$

$$M_{(x)} = -F(a + b + c/2) + F \cdot x - F \cdot x + F(a + b + c/2) = 0 \quad (14)$$

c) Určení kvadratických momentů:



Dáno:

$$a = 40 \text{ mm}$$

$$t = 5 \text{ mm}$$

$$d = 48 \text{ mm}$$

$$h = 75 \text{ mm}$$

Obr. 5.2: Průřezy nosných částí

$$J_1 = \frac{a^4 - (a - 2t)^4}{12} = \frac{40^4 - (40 - 2 \cdot 5)^4}{12} = \underline{145833 \text{ mm}^4} \quad (15)$$

$$J_2 = \frac{h^4}{12} = \frac{75^4}{12} = \underline{2636718 \text{ mm}^4} \quad (16)$$

$$J_3 = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{\pi 48^4}{64} = \underline{260576 \text{ mm}^4} \quad (17)$$

d) Určení okrajových podmínek:

$$w_1'(0) = 0 \quad (18)$$

$$w_1(0) = 0 \quad (19)$$

$$w_1'(a) = w_2'(a) \quad (20)$$

$$w_1(a) = w_2(a) \quad (21)$$

$$w_2'(a+b) = w_3'(a+b) \quad (22)$$

$$w_2(a+b) = w_3(a+b) \quad (23)$$

$$w_3'(a+b+c/2) = w_4'(a+b+c/2) \quad (24)$$

$$w_3(a+b+c/2) = w_4(a+b+c/2) \quad (25)$$

e) Určení průhybu v jednotlivých částech nosníku:

$$\underline{1) x \in \langle 0, a \rangle}$$

$$w_1''(x) = \frac{-M(x)}{E \cdot J_1} = \frac{F \left(a + b + \frac{c}{2} \right) - F \cdot x}{E \cdot J_1} \quad (26)$$

$$w_1'(x) = \frac{F \left(a + b + \frac{c}{2} \right) x - \frac{F \cdot x^2}{2}}{E \cdot J_1} + C_1 \quad (27)$$

$$w_1(x) = \frac{\frac{F \left(a + b + \frac{c}{2} \right) x^2}{2} - \frac{F \cdot x^3}{6}}{E \cdot J_1} + C_1 \cdot x + C_2 = \frac{3F \left(a + b + \frac{c}{2} \right) \cdot x^2 - F \cdot x^3}{6E \cdot J_1} + C_1 \cdot x + C_2 \quad (28)$$

Okrajové podmínky:

$$w_1'(0) = 0 \Rightarrow C_1 = 0 \quad (18)$$

$$w_1(0) = 0 \Rightarrow C_2 = 0 \quad (19)$$

$$w_1'(a) = \frac{F(a+b+c/2)a - \frac{F \cdot a^2}{2}}{E \cdot J_1} = \frac{3250 \cdot (167,5 + 75 + 164) \cdot 167,5 - \frac{3250 \cdot 167,5^2}{2}}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 145833}$$

$$w_1'(a) = \underline{5,73 \cdot 10^{-3} \text{ rad}}$$

$$w_1(a) = \frac{3F \left(a + b + \frac{c}{2} \right) \cdot a^2 - F \cdot a^3}{6E \cdot J_1} = \frac{3 \cdot 3250(406,5) \cdot 167,5^2 - 3250 \cdot 167,5^3}{6 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 145833}$$

$$w_1(a) = \underline{0,522 \text{ mm}}$$

II) $x \in \langle a, a + b \rangle$

$$w_2''(x) = \frac{-M(x)}{E \cdot J_2} = \frac{F \left(a + b + \frac{c}{2} \right) - F \cdot x}{E \cdot J_2} \quad (29)$$

$$w_2'(x) = \frac{F \left(a + b + \frac{c}{2} \right) x - \frac{F \cdot x^2}{2}}{E \cdot J_2} + C_3 \quad (30)$$

$$w_2(x) = \frac{\frac{F \left(a + b + \frac{c}{2} \right) x^2}{2} - \frac{F \cdot x^3}{6}}{E \cdot J_2} + C_3 \cdot x + C_4 = \frac{3F \left(a + b + \frac{c}{2} \right) \cdot x^2 - F \cdot x^3}{6E \cdot J_2} + C_3 \cdot x + C_4 \quad (31)$$

Okrajové podmínky:

$$w_1'(a) = w_2'(a) \quad (20)$$

$$w_1(a) = w_2(a) \quad (21)$$

$$w_1'(a) = w_2'(a) \quad (20)$$

$$\frac{F(a + b + c/2)a - \frac{F \cdot a^2}{2}}{E \cdot J_1} = \frac{F(a + b + c/2)a - \frac{F \cdot a^2}{2}}{E \cdot J_2} + C_3$$

$$C_3 = \frac{F \left(a + b + \frac{c}{2} \right) a - \frac{F \cdot a^2}{2}}{E \cdot J_1} - \frac{F \left(a + b + \frac{c}{2} \right) a - \frac{F \cdot a^2}{2}}{E \cdot J_2}$$

$$C_3 = \frac{2F \left(a + b + \frac{c}{2} \right) a - F \cdot a^2}{2E} \left(\frac{1}{J_1} - \frac{1}{J_2} \right) \quad (32)$$

$$C_3 = \frac{2.3250(406,5)167,5 - 3250 \cdot 167,5^2}{2.2,1 \cdot 10^5} \left(\frac{1}{145833} - \frac{1}{2636718} \right) = \underline{5,420 \cdot 10^{-3}}$$

$$w_1(a) = w_2(a) \quad (21)$$

$$\frac{3F \left(a + b + \frac{c}{2} \right) \cdot a^2 - F \cdot a^3}{6E \cdot J_1} = \frac{3F \left(a + b + \frac{c}{2} \right) \cdot a^2 - F \cdot a^3}{6E \cdot J_2} + C_3 \cdot a + C_4$$

$$C_4 = \frac{3F \left(a + b + \frac{c}{2} \right) \cdot a^2 - F \cdot a^3}{6E \cdot J_1} - \frac{3F \left(a + b + \frac{c}{2} \right) \cdot a^2 - F \cdot a^3}{6E \cdot J_2} - C_3 \cdot a$$

$$C_4 = \frac{3F \left(a + b + \frac{c}{2} \right) \cdot a^2 - F \cdot a^3}{6E} \left(\frac{1}{J_1} - \frac{1}{J_2} \right) - C_3 \cdot a \quad (33)$$

$$C_4 = \frac{3 \cdot 3250(406,5) \cdot 167,5^2 - 3250 \cdot 167,5^3}{6 \cdot 2,1 \cdot 10^5} \left(\frac{1}{145833} - \frac{1}{2636718} \right) - 5,42 \cdot 10^{-3} \cdot 167,5$$

$$C_4 = \underline{-0,415}$$

$$w_2'(a) = \frac{F \left(a + b + \frac{c}{2} \right) a - \frac{F \cdot a^2}{2}}{E \cdot J_2} + C_3 = \frac{3250(406,5) \cdot 167,5 - \frac{3250 \cdot 167,5^2}{2}}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 2636718} + 5,42 \cdot 10^{-3} \quad (34)$$

$$w_2'(a) = \underline{5,737 \cdot 10^{-3} \text{rad}}$$

$$w_2(a) = \frac{3F \left(a + b + \frac{c}{2} \right) \cdot a^2 - F \cdot a^3}{6E \cdot J_2} + C_3 \cdot a + C_4 \quad (35)$$

$$w_2(a) = \frac{3 \cdot 3250 \cdot 406,5 \cdot 167,5^2 - 3250 \cdot 167,5^3}{6 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 2636718} + 5,42 \cdot 10^{-3} \cdot 167,5 - 0,415 = \underline{0,522 \text{mm}}$$

$$w_2'(a+b) = \frac{F \left(a + b + \frac{c}{2} \right) (a+b) - \frac{F \cdot (a+b)^2}{2}}{E \cdot J_2} + C_3 \quad (36)$$

$$w_2'(a+b) = \frac{3250(406,5)(167,5+75) - \frac{3250 \cdot (167,5+75)^2}{2}}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 2636718} + 5,42 \cdot 10^{-3}$$

$$w_2'(a+b) = \underline{5,826 \cdot 10^{-3} \text{rad}}$$

$$w_2(a+b) = \frac{3F \left(a + b + \frac{c}{2} \right) \cdot (a+b)^2 - F \cdot (a+b)^3}{6E \cdot J_2} + C_3 \cdot (a+b) + C_4 \quad (37)$$

$$w_2(a+b) = \frac{3 \cdot 3250(406,5) \cdot (242,5)^2 - 3250 \cdot (242,5)^3}{6 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 2636718} + 5,42 \cdot 10^{-3}(242,5) - 0,415$$

$$w_2(a+b) = \underline{0,956 \text{mm}}$$

III) $x \in \langle a+b, a+b+c/2 \rangle$

$$w_3''(x) = \frac{-M(x)}{E \cdot J_3} = \frac{F \left(a + b + \frac{c}{2} \right) - F \cdot x}{E \cdot J_3} \quad (38)$$

$$w_3'(x) = \frac{F \left(a + b + \frac{c}{2} \right) x - \frac{F \cdot x^2}{2}}{E \cdot J_3} + C_5 \quad (39)$$

$$w_3(x) = \frac{\frac{F \left(a + b + \frac{c}{2} \right) x^2}{2} - \frac{F \cdot x^3}{6}}{E \cdot J_3} + C_5 \cdot x + C_6 = \frac{3F \left(a + b + \frac{c}{2} \right) \cdot x^2 - F \cdot x^3}{6E \cdot J_3} + C_5 \cdot x + C_6 \quad (40)$$

Okrajové podmínky:

$$w_2'(a+b) = w_3'(a+b) \quad (22)$$

$$w_2(a+b) = w_3(a+b) \quad (23)$$

$$w_2'(a+b) = w_3'(a+b) \quad (22)$$

$$\begin{aligned} \frac{F\left(a+b+\frac{c}{2}\right)(a+b) - \frac{F \cdot (a+b)^2}{2}}{E \cdot J_2} + C_3 &= \frac{F(a+b+c/2)(a+b) - \frac{F \cdot (a+b)^2}{2}}{E \cdot J_3} + C_5 \\ C_5 &= \frac{F\left(a+b+\frac{c}{2}\right)(a+b) - \frac{F \cdot (a+b)^2}{2}}{E \cdot J_2} + C_3 - \frac{F(a+b+c/2)(a+b) - \frac{F \cdot (a+b)^2}{2}}{E \cdot J_3} \\ C_5 &= \frac{F\left(a+b+\frac{c}{2}\right)(a+b) - \frac{F \cdot (a+b)^2}{2}}{E} \left(\frac{1}{J_2} - \frac{1}{J_3}\right) + C_3 \end{aligned} \quad (41)$$

$$C_5 = \frac{3250(406,5)(242,5) - \frac{3250 \cdot (242,5)^2}{2}}{2,1 \cdot 10^5} \left(\frac{1}{2636718} - \frac{1}{260576}\right) + 5,42 \cdot 10^{-3}$$

$$C_5 = \underline{1,718 \cdot 10^{-3}}$$

$$w_2(a+b) = w_3(a+b) \quad (23)$$

$$\begin{aligned} \frac{3F(a+b+c/2) \cdot (a+b)^2 - F \cdot (a+b)^3}{6E \cdot J_2} + C_3 \cdot (a+b) + C_4 &= \frac{3F(a+b+c/2) \cdot (a+b)^2 - F \cdot (a+b)^3}{6E \cdot J_3} + C_5 \cdot (a+b) + C_6 \\ C_6 &= \frac{3F(a+b+c/2) \cdot (a+b)^2 - F \cdot (a+b)^3}{6E} \left(\frac{1}{J_2} - \frac{1}{J_3}\right) + C_3 \cdot (a+b) + C_4 - C_5 \cdot (a+b) \\ C_6 &= \frac{3 \cdot 3250(406,5) \cdot (242,5)^2 - 3250 \cdot (242,5)^3}{6 \cdot 2,1 \cdot 10^5} \left(\frac{1}{2636718} - \frac{1}{260576}\right) + 5,42 \cdot 10^{-3}(242,5) - 0,415 + \\ &\quad - 1,718 \cdot 10^{-3}(242,5) \\ C_6 &= \underline{-0,0233} \end{aligned}$$

$$w_3'(a+b) = \frac{F\left(a+b+\frac{c}{2}\right)(a+b) - \frac{F \cdot (a+b)^2}{2}}{E \cdot J_3} + C_5 \quad (42)$$

$$w_3'(a+b) = \frac{3250(406,5)(242,5) - \frac{3250 \cdot (242,5)^2}{2}}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 260756} + 1,718 \cdot 10^{-3} = \underline{5,826 \cdot 10^{-3} \text{ rad}}$$

$$w_3(a+b) = \frac{3F\left(a+b+\frac{c}{2}\right) \cdot (a+b)^2 - F \cdot (a+b)^3}{6E \cdot J_3} + C_5 \cdot (a+b) + C_6 \quad (43)$$

$$w_3(a+b) = \frac{3.3250(406,5) \cdot (242,5)^2 - 3250 \cdot (242,5)^3}{6.2,1 \cdot 10^5 \cdot 260756} + 1,718 \cdot 10^{-3} \cdot (242,5) - 0,0233$$

$$w_3(a+b) = \underline{0,956\text{mm}}$$

$$w'_3\left(a+b+\frac{c}{2}\right) = \frac{F\left(a+b+\frac{c}{2}\right)\left(a+b+\frac{c}{2}\right) - \frac{F \cdot \left(a+b+\frac{c}{2}\right)^2}{2}}{E \cdot J_3} + C_5 \quad (44)$$

$$w'_3\left(a+b+\frac{c}{2}\right) = \frac{3250(406,5)(167,5+75+164) - \frac{3250 \cdot (406,5)^2}{2}}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 260756} + 1,718 \cdot 10^{-3}$$

$$w'_3(a+b+c/2) = \underline{6,622 \cdot 10^{-3}\text{rad}}$$

$$w_3\left(a+b+\frac{c}{2}\right) = \frac{3F\left(a+b+\frac{c}{2}\right) \cdot \left(a+b+\frac{c}{2}\right)^2 - F \cdot \left(a+b+\frac{c}{2}\right)^3}{6E \cdot J_3} + C_5 \cdot \left(a+b+\frac{c}{2}\right) + C_6 \quad (45)$$

$$w_3\left(a+b+\frac{c}{2}\right) = \frac{3.3250(406,5)^3 - 3250 \cdot (406,5)^3}{6.2,1 \cdot 10^5 \cdot 260756} + 1,718 \cdot 10^{-3} \cdot (406,5) - 0,0233$$

$$w_3\left(a+b+\frac{c}{2}\right) = \underline{1,31\text{mm}}$$

IV) $x \in \langle a+b+c/2, a+b+c \rangle$

$$w''_4(x) = \frac{-M(x)}{E \cdot J_3} = \frac{0}{E \cdot J_3} = 0 \quad (46)$$

$$w'_4(x) = C_7 \quad (47)$$

$$w_4(x) = C_7 \cdot x + C_8 \quad (48)$$

Okrajové podmínky:

$$w'_3(a+b+c/2) = w'_4(a+b+c/2) \quad (24)$$

$$w_3(a+b+c/2) = w_4(a+b+c/2) \quad (25)$$

$$C_7 = \frac{3250(406,5)(167,5+75+164) - \frac{3250 \cdot (406,5)^2}{2}}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 260756} + 1,718 \cdot 10^{-3} = \underline{6,622 \cdot 10^{-3}}$$

$$\frac{3F\left(a+b+\frac{c}{2}\right) \cdot \left(a+b+\frac{c}{2}\right)^2 - F \cdot \left(a+b+\frac{c}{2}\right)^3}{6E \cdot J_3} + C_5 \cdot \left(a+b+\frac{c}{2}\right) + C_6 = C_7 \cdot (a+b+c/2) + C_8$$

$$C_8 = \frac{3F\left(a+b+\frac{c}{2}\right) \cdot \left(a+b+\frac{c}{2}\right)^2 - F \cdot \left(a+b+\frac{c}{2}\right)^3}{6E \cdot J_3} + C_5 \cdot \left(a+b+\frac{c}{2}\right) + C_6 - C_7 \cdot \left(a+b+\frac{c}{2}\right) \quad (49)$$

$$C_8 = 1,31 - 6,622 \cdot 10^{-3} \cdot 406,5 = \underline{-1,385}$$

$$w_4'(a+b+c/2) = C_7 = \underline{6,622 \cdot 10^{-3} \text{ rad}}$$

$$w_4\left(a+b+\frac{c}{2}\right) = C_7 \cdot (a+b+c/2) + C_8 = 6,622 \cdot 10^{-3} \cdot 406,5 - 1,385 = \underline{1,31 \text{ mm}}$$

$$w_4'(a+b+c) = C_7 = \underline{6,622 \cdot 10^{-3} \circ}$$

$$w_4(a+b+c) = C_7 \cdot (a+b+c) + C_8 = 6,622 \cdot 10^{-3} \cdot (167,5 + 75 + 328) - 1,385$$

$$w_4(a+b+c) = \underline{2,658 \text{ mm}}$$

Výsledný průhyb na konci nosníku je $w_4(a+b+c)=2,658 \text{ mm}$.

f) Kontrolní výpočet svaru

Dáno:

$h = 40 \text{ mm}$

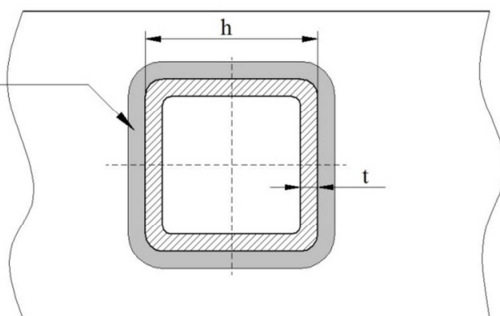
$t = 5 \text{ mm}$

a- výška

trojúhelníka svaru $a = 8 \text{ mm}$

mat.: ocel

Koutový svar



11 523

$R_e = 333 \text{ MPa}$

bezpečnost $k=2$

Obr. 5.3: Kontrola svaru
součinitel zatížení $\alpha = 1$

I) Výpočet dovoleného napětí:

$$\tau_{0\perp} = \frac{M_0}{W_0} \leq \tau_{DSV} \quad (50)$$

$$\tau_{DSV} = \frac{R_e \cdot \alpha}{k} = \frac{333}{2} = \underline{166,5 \text{ MPa}} \quad (51)$$

II) Určení parametrů k výpočtu ohybového napětí ve svaru:

$$M_0 = F \cdot l = 3250 \cdot 610,5 = \underline{1984125 \text{ N} \cdot \text{mm}} \quad (52)$$

$$J_0 = 2 \frac{a \cdot h^3}{12} + \frac{h(h+2a)^3}{12} - \frac{h^4}{12} = 2 \frac{8 \cdot 40^3}{12} + \frac{40(40+2 \cdot 8)^3}{12} - \frac{40^4}{12} = \underline{457390 \text{ mm}^4} \quad (53)$$

$$W_0 = \frac{J_0}{\frac{h}{2} + a} = \frac{457386}{20 + 8} = \underline{16335 \text{ mm}^3} \quad (54)$$

$$\tau_{0\perp} = \frac{M_0}{W_0} \leq \tau_{DSV} \Rightarrow \tau_{0\perp} = \frac{1984125}{16335} = \underline{121,5 \text{ MPa}} \quad (50)$$

$\tau_{0\perp} \leq \tau_{DSV} \Rightarrow \text{SVAR VYHOVUJE}$

6 Závěr

V úvodu práce jsou graficky zobrazeny možnosti pohybu vozidla v prostorách nových laboratoří. Vozidlo je třeba vhodným způsobem dopravit do zadní části nových laboratoří, kde je umístěna nová zkušebna typu POWERTRAIN.

Při simulaci pohybu byly vybrány vozidla Škoda Superb a škoda Octavia z důvodu větších vnějších rozměrů. Simulace ukázaly, že s vozidlem Škoda Superb je třeba nejdříve najet do prostoru laboratoří a až následně je možno zatočit do přístupové chodby k místnosti zkušebny POWERTRAIN. Při návrhu manipulačního zařízení jsem vycházel z informací uveřejněných u společností zabývajících se manipulační technikou. Pro vlastní řešení jsem vybral konvenční paletový vozík se sníženou silou nutnou pro rozjezd. Nosný přípravek pro zajištění automobilu jsem vytvořil jako svařenec z obdélníkových pásů, čtvercových a kruhových tyčí. Zajištění automobilu je provedeno uchycením kol mezi kruhové tyče a zvednutí automobilu pomocí hydraulického válce paletového vozíku (viz. příloha č. 5) Rozměry jednotlivých dílů nosného přípravku jsou uvedeny v přiložené výkresové dokumentaci.

Provedená pevnostní kontrola byla zaměřena na průhyb nosné tyče. Zatížení pro výpočet průhybu nosné tyče byl zvolen vůz Škoda Superb. Jeho hmotnost je v porovnání s ostatními vozy Škoda největší. Zvolená konstrukční bezpečnost je pro manipulační přípravek 1,7. Pro vozy s nižší hmotností je tato konstrukční bezpečnost příznivější. Výpočet průhybu byl proveden metodou integrace diferenciální rovnice. Výsledný průhyb na konci nosníku je $w_4(a + b + c) = 2,658 \text{ mm}$. Dále je provedena kontrola svaru s největším ohybovým momentem, kde výsledné ohybové napětí ve svaru ($\tau_{0\perp} = \underline{121,5 \text{ MPa}}$) je menší než dovolené ohybové napětí ($\tau_{DSV} = \underline{166,5 \text{ MPa}}$).

Seznam použité literatury

Internetové odkazy:

- [1] <http://www.jungheinrich.de/themen-und-reportagen/branchen-reportagen/automobilindustrie/opel/> [08.011.2012]
- [2] <http://www.genkinger-hubtex.com/584/lagertechnik/sonderloesungen/pkw-transport.html> [15.11.2012]
- [3] http://www.chinamhie.com/product_view.asp?id=1137 [20.11.2012]
- [4] <http://new.skoda-auto.com/en/Pages/homepage.aspx> [25.11.2012]
- [5] <http://www.eulift.cz/45-paletovy-vozik-bf2000.html> [02.12.2012]
- [6] <http://www.jksped.cz/manipulacni-technika/paletovy-vozik-lhm230pro-s-rozjezdem/> [10.12.2012]
- [7] <http://www.ferona.cz/cze/index.php> [27.12.2012]

Použitá literatura:

- [8] PEŠÍK, L.: Části strojů. 1. díl. Liberec, TU 2005. ISBN 80-7083-938-4.
- [9] PEŠÍK, L.: Části strojů. 2. díl. Liberec, TU 2005. ISBN 80-7083-939-2.
- [10] Leinveber J. a Vávra P.: Strojnické tabulky, Úvaly, Albra 2003. ISBN 80-86490-74-2
- [11] Pustka, Z.: Základy konstruování. Liberec, TU 2008. ISBN 978-80-7372-456-6
- [12] Hluchý M, Kolouch J, Paňák R.: Strojírenská technologie 2. Polotovary a jejich technologičnost. 1. díl. 2. upravené vydání. Praha, Scientia 2001 ISBN 80-7183-244-8
- [13] Řasa J, Pokorný J, Gabriel V.: Strojírenská technologie 3. Obráběcí stroje pro automatizovanou výrobu, fyzikální technologie obrábění. 2. díl. Praha, Scientia 2001, ISBN 80-7183-227-8

Seznam příloh

Příloha č. 1	Svařování v ochranné atmosféře oxidu uhličitého tavnou elektrodou
Příloha č. 2	Obrábění laserem
Příloha č. 3	Rozměry vozu Škoda Superb a Škoda Octavia
Příloha č. 4	Obrázky modelu manipulačního zařízení
Příloha č. 5	Uchycení kol mezi tyčemi a jejich zdvih
Příloha č. 6	Dokumentace paletového vozíku
Příloha č. 7	Výkresová dokumentace
	I) KVM-BP-284-01 A1, 1:2
	II) KVM-BP-284-01K A4
	III) KVM-BP-284-01-001 A3, 1:2
	IV) KVM-BP-284-01-002 A3, 1:2
	V) KVM-BP-284-01-003 A3, 1:1
	VI) KVM-BP-284-01-004 A4, 1:1
	VII) KVM-BP-284-01-005 A3, 1:1
	VIII) KVM-BP-284-01-006 A3, 1:1
	IX) KVM-BP-284-01-007 A4, 1:1
	X) KVM-BP-284-01-008 A3, 1:1
	XI) KVM-BP-284-01-009 A3, 1:1

Příloha č. 1: Svařování v ochranné atmosféře oxidu uhličitého tavnou elektrodou

Využití metody MAG – **M**etal **A**ktiv **G**as, svařování tavnou kovovou elektrodou v aktivním plynu.

Elektrický oblouk hoří mezi kovovou elektrodou (holý drát \varnothing 0,8 až 2,4 mm) a svařovaným materiálem v aktivní atmosféře oxidu uhličitého nebo směsi oxidu uhličitého, argonu a kyslíku.



Obr. 7.1: Svařování v CO₂ metodou MAG [12]

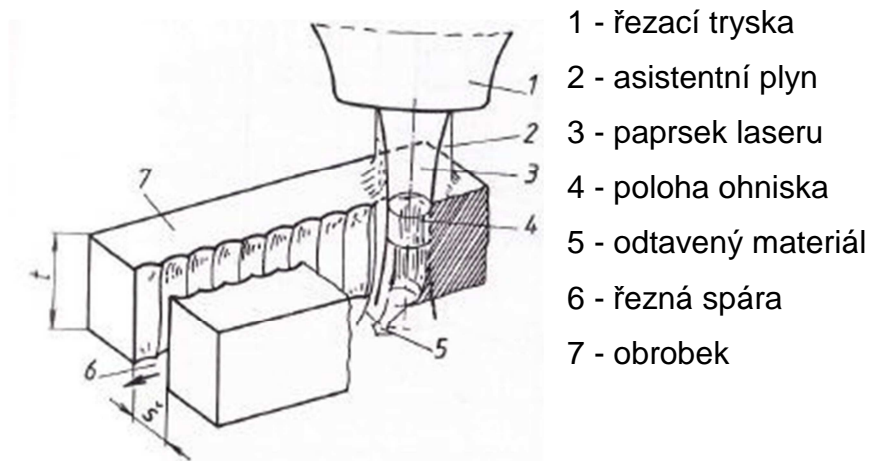
Oxid uhličitý při svařování částečně oxiduje tavnou lázeň. Jakost svarů se zlepší tím, že elektroda (drát) je legován manganem a křemíkem, které se slučují s kyslíkem lépe než se železem (tím také dezoxidují tavnou lázeň. Vzniklé oxidy vytvoří na povrchu svaru nepatrné množství strusky. Plyn musí mít čistotu alespoň 99,5 %. Při tomto poloautomatickém nebo automatickém způsobu se svařuje výhradně stejnosměrným proudem při kladné polaritě elektrody. Je to nejrozšířenější způsob plynové ochrany, který se u nás používá (zejména pro nízkou cenu oxidu uhličitého). Hluboký závar a úzký svar umožňuje svařovat plechy do tloušťky 12 mm bez úkosů. [12]

Hlavní výhody svařování jsou:

- nízká cena plynu
- čistota pracovního prostředí
- velká odtavovací rychlost elektrody
- velká produktivita a velká bezpečnost proti vzniku pórů

Příloha č. 2: Obrábění laserem

Obrábění a opracování materiálu laserem je založeno na přeměně světelné energie na tepelnou energii. Děje se tak při styku (interakci) paprsku laseru s materiálem obrobku, kdy se materiál obrobku vlivem vzniklé vysoké teploty ohřívá, taje a odpařuje.



Obr. 8.1: Řezání materiálu laserem [13]

Řezání a vyřezávání laserem

Při řezání materiálu laserem (obr. 8.1) je paprsek laseru přiváděn do místa řezu soustavou zrcadel a v pracovní hlavě je zaostřován čočkou.

Druhy laserového řezání

- *sublimační řezání* – důsledku vysoké intenzity laserového záření v místě řezu je materiál odstraňován převážně odpařováním
- *tavné řezání* – materiál je v místě řezání působením paprsku laseru roztaven a asistentním plynem odfukován
- *řezání pálením* – paprsek laseru ohřeje materiál na zápalnou teplotu tak, že tento materiál může s přiváděným reaktivním plynem shořet v exotermické reakci, vzniklá struska je z místa řezu odstraňována asistentním plynem.

Dosahované parametry

- *rychlost řezání* – závisí na převažujícím způsobu řezání, výstupním výkonu paprsku laseru, požadované kvalitě řezu, tloušťce a druhu materiálu obrobku

- *kvalita řezu* – hodnotí se podle jakosti řezané plochy (dosahuje se $R_a = 3,6$ až $12 \mu\text{m}$) a tloušťky tepelně ovlivněné oblasti (bývá 0,05 až 0,2 mm)
- *šířka řezané spáry* – je dána druhem laseru, materiálem a tloušťkou řezaného materiálu (bývá 0,02 až 0,2 mm)

Tloušťka materiálu (mm)	Rychlost řezání (m . mm ⁻¹)	Tloušťka materiálu (mm)	Rychlost řezání (m . mm ⁻¹)
1	6	6	1,8
2	4,5	8	1,4
3	3,5	10	1,1
5	2,1	12	0,75

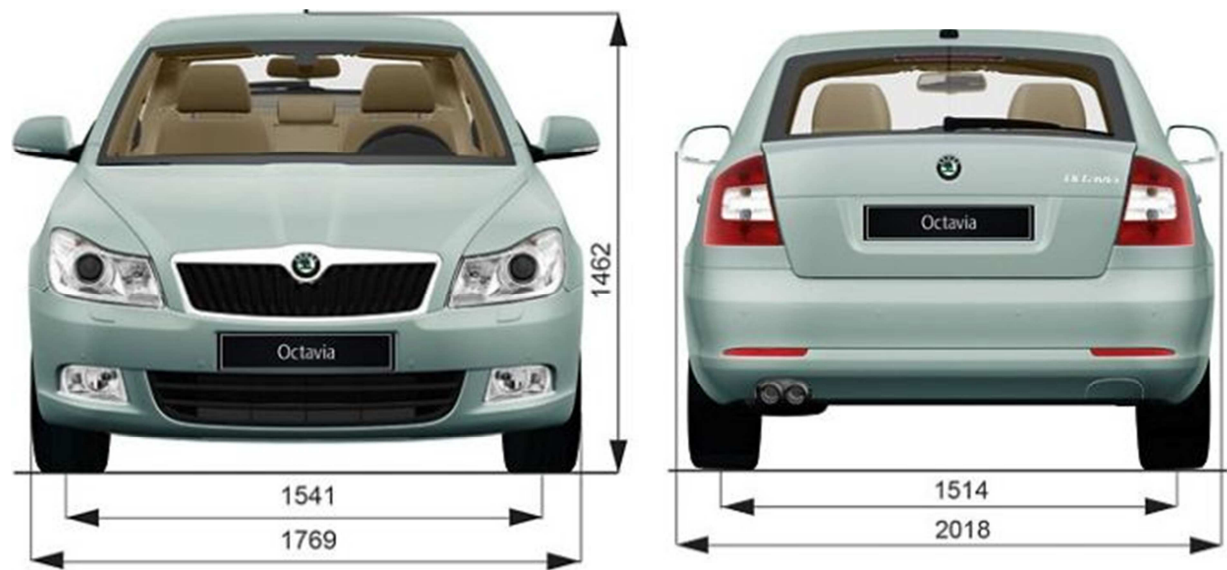
Tab. 8.2: Rychlost řezání laserem (pro řezání oceli 11 373, výstupní výkon CO₂ laseru 1 500W) [13]

Pro řezání materiálu se používají CO₂ lasery o výkonu 600 až 2 000 W, kterými je možno řezat konstrukční ocel až do tloušťky 25 mm. Pro přesnější řezy s menší šířkou řezné spáry se používají Nd:YAG lasery o výkonu 100 až 1 000 W, kterými lze řezat konstrukční ocel do tloušťky 6 mm. [13]

Příloha č. 3: Rozměry vozu Škoda Superb [4]

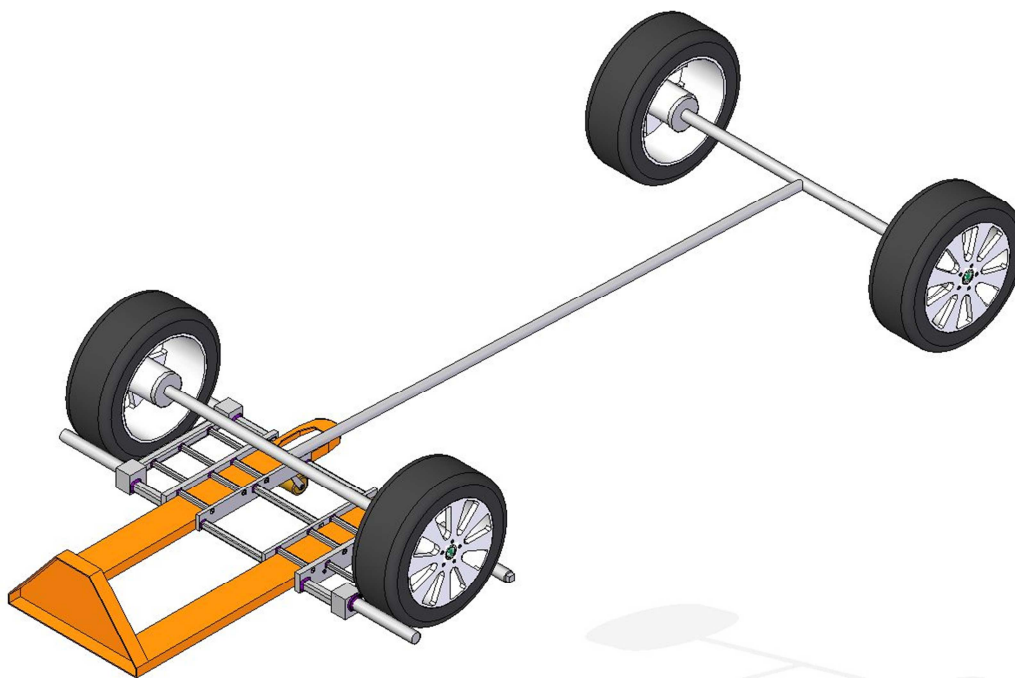


Rozměry vozu Škoda Octavia [4]

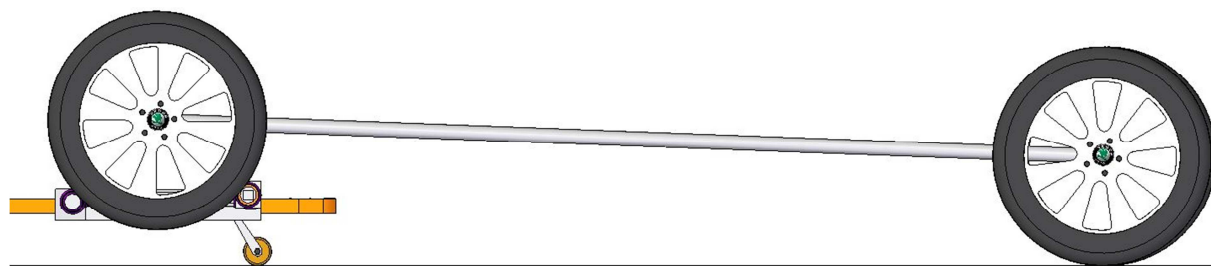


Příloha č. 4: Obrázky modelu manipulačního zařízení

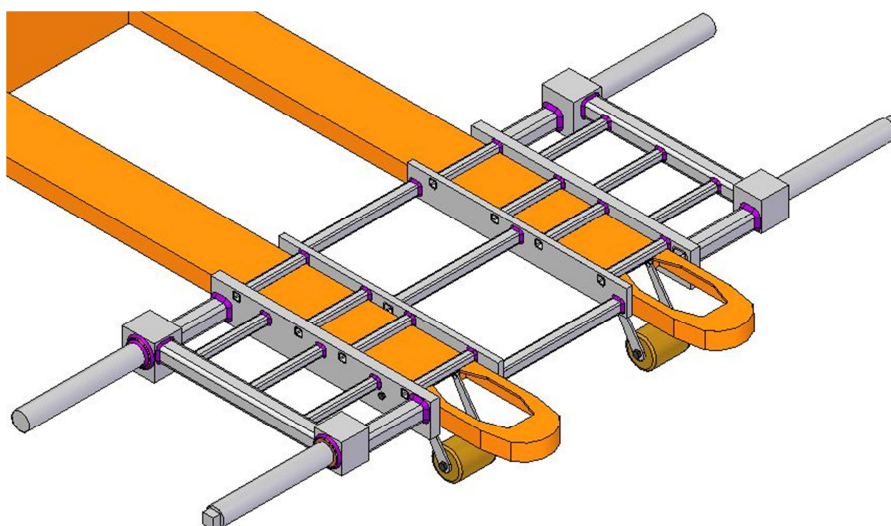
Prostorový pohled na zjednodušený model manipulačního zařízení



Boční pohled na zjednodušený model manipulačního zařízení

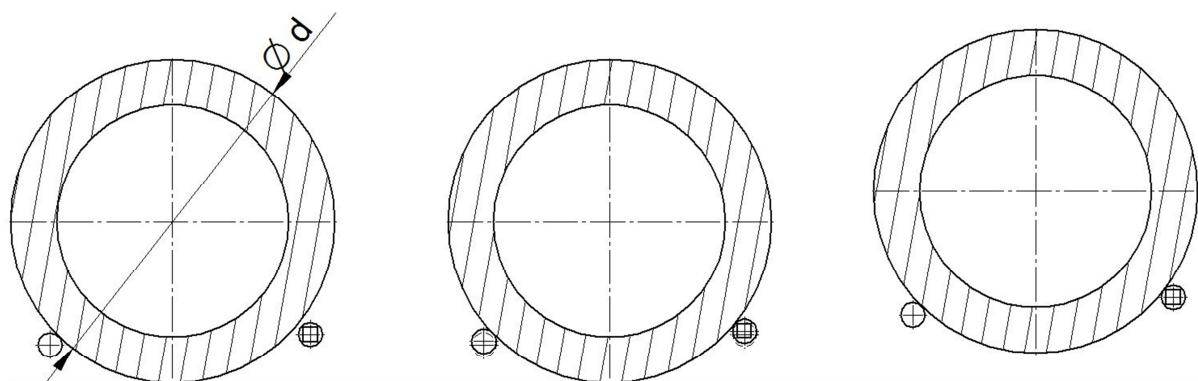


Detailní pohled na nosnou část manipulačního zařízení



Příloha č. 5: Uchycení kol mezi tyčemi a jejich zdvih

Kola vozu Škoda Superb 225/40 R18. $\varnothing d = 637,2 \text{ mm}$



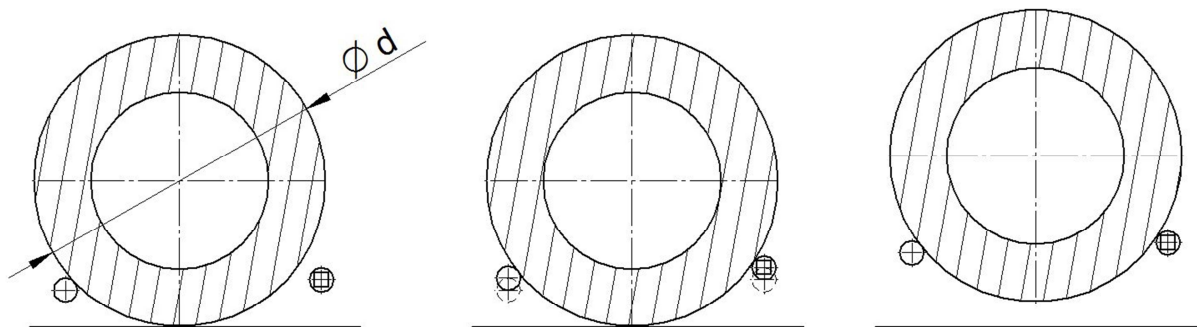
Obr. 9.1: a)

b)

c)

Na Obr. 9.1 a je kolo vozu Škoda Superb po najetí na doraz první tyče a přišroubování druhé tyče. Pro dotyk obou tyčí s pneumatikou je potřeba zvednout hydraulickým válcem nosné zařízení asi o 10 mm (Obr. 9.1: b). Pro bezpečnou manipulaci s vozidlem je zapotřebí zdvih asi 50 mm.

Kola vozu Škoda Citigo 175/65 R14



Obr. 9.2: a)

b)

c)

Na Obr. 9.2 a je kolo vozu Škoda Citigo po najetí na doraz první tyče a přišroubování druhé tyče. Pro dotyk obou tyčí s pneumatikou je potřeba zvednout hydraulickým válcem nosné zařízení asi o 25 mm (Obr. 9.1: b). Pro bezpečnou manipulaci s vozidlem je zapotřebí zdvih asi 65 mm. Maximální zdvih je 200 mm a je dán konstrukcí paletové vozíku.



Nejtěžší částí manipulace s paletovým vozíkem je jeho rozjetí. Se systémem BT Pro Lifter udělá vozík první krůček sám. Ruční paletový vozík s nákladem 2300 kg potřebuje k uvedení do pohybu počáteční sílu 45 kg. S BT Pro Lifter dochází ke snížení této hodnoty na 15 kg.

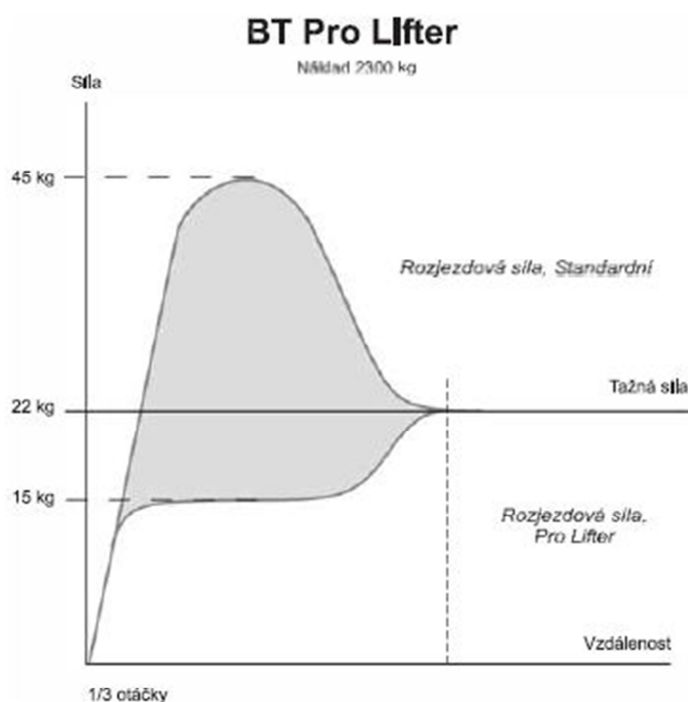


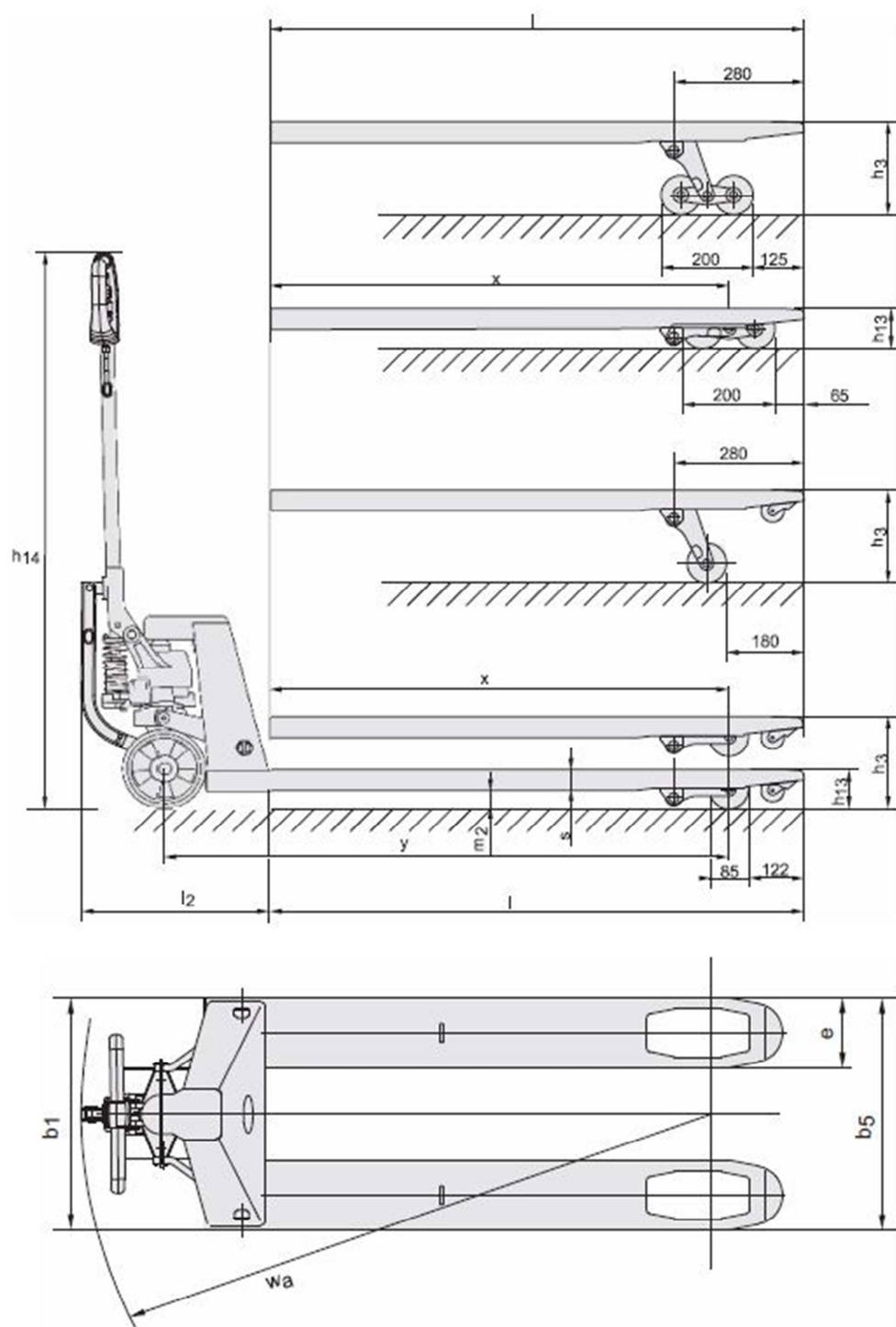
Technické údaje		LHM230P
Jmenovitá nosnost	kg	2300
Hmotnost	kg	75
Řídící kolečka	mm	Ø 175 x 60
Kolečka vidlí, jednoduché/dvojkolečko	mm	Ø 85 x 100/ Ø 85 x 75
Síla pro pumpování, nominální hodnota	kg	34
Tažná síla	kg	22 ¹⁾

Rozměry, mm		LHM230P
x	Vzdálenost přední osy od čela vidlic	985
y	Rozvor	1210
h ₁₃	Výška spuštěných vidlic	85
h ₃	Výška zdvihu	200
h ₁₄	Výška rukojeti v neutrální poloze	1220
l ₂	Délka vozíku včetně upínací desky	425
b ₁	Šířka šasi	520/685 ²⁾
s	Síla vidlice	45
e	Šířka vidlice	156
l	Délka vidlic	800/910/1000/1070/1150/1220 ²⁾
b ₅	Šířka přes vidlice	520/685 ²⁾
m ₂	Světlost nad podlahou uprostřed rozvoru	40
A _{st}	Šířka uličky, min. Rozměr palety 800x1200 mm	1825
W _a	Poloměr otáčení	1410

- 1) Se jmenovitou nosností na hladkých, suchých betonových podlahách
2) Jiné délky a šířky vidlic na přání

Hodnoty pro l = 1150 mm, powerthane kolečka





Výkon a rozměry vozíku představují jmenovité hodnoty, které se mohou lišit v rámci tolerancí.
Výrobce si vyhrazuje právo změny nepodstatných parametrů bez předchozího upozornění.
Veškeré výše uvedené údaje odpovídají VDI 2198.



- Propojení mezi tažnou tyčí a řídicím kolem přenáší sílu každého pumpnutí na kolo a vede k jeho pootočení.
- Pomocí páčky na ovládacím madle je možné zvolit směr přenosu síly a tím směr pojezdu.
- Unikátní řešení pro náročné aplikace
- Plynulý pojezd na nerovných površích a prazích
- Vysoce ergonomické řešení. Snižuje námahu paží, ramen a zad
- Zvýšení produktivity
- Materiál řízeného kola: powerthane nebo powerfriction.
- Použitím verze s rychlozdvihem vede ke snížení počtu pumpnutí. Kombinace rychlozdvihu a technologie BT Pro Lifter představuje maximálně ergonomickou variantu paletového vozíku na trhu.
- Při nadměrném nákladu jsou vozík a podlaha chráněny před přetížením.
- Tuto unikátní pumpu Pro Lifter je možné namontovat na LHM230 libovolné délky nebo šířky, včetně reel dum ovládání. Unikátní celoživotní záruka, zákazník BT získává záruku 99 let na funkčnost rámu a defekty materiálu a svarů, které lze přičíst výrobní vadě. Záruka na hydraulickou jednotku a ovládací madlo je 5 let a na funkci Pro Lifter 3 roky.
- Vozík nemá žádný negativní vliv na životní prostředí. Vyžádejte si informační brožuru u svého dodavatele BT.

Vlastnosti a parametry vozíku	LHM230P
Volitelná šířka vidlic	S
Výběr délky vidlic	S
Výběr typu koleček	S
Nájezdová kolečka pro snadný nájezd do palety	S
Zdvojená vidlicová kola	S
Ovládací prvky	
Ovládání řídicí rukojeti	S
Jízdní vlastnosti	
180° řízení	S
Bezpečnostní charakteristiky	
Ruční brzda	—
Parkovací brzda	—
Ochranný rám nákladu	O
Údržba s servis	
10/12 mazacích míst	S

S = Standard

O = vybavení na přání

— = není k dispozici

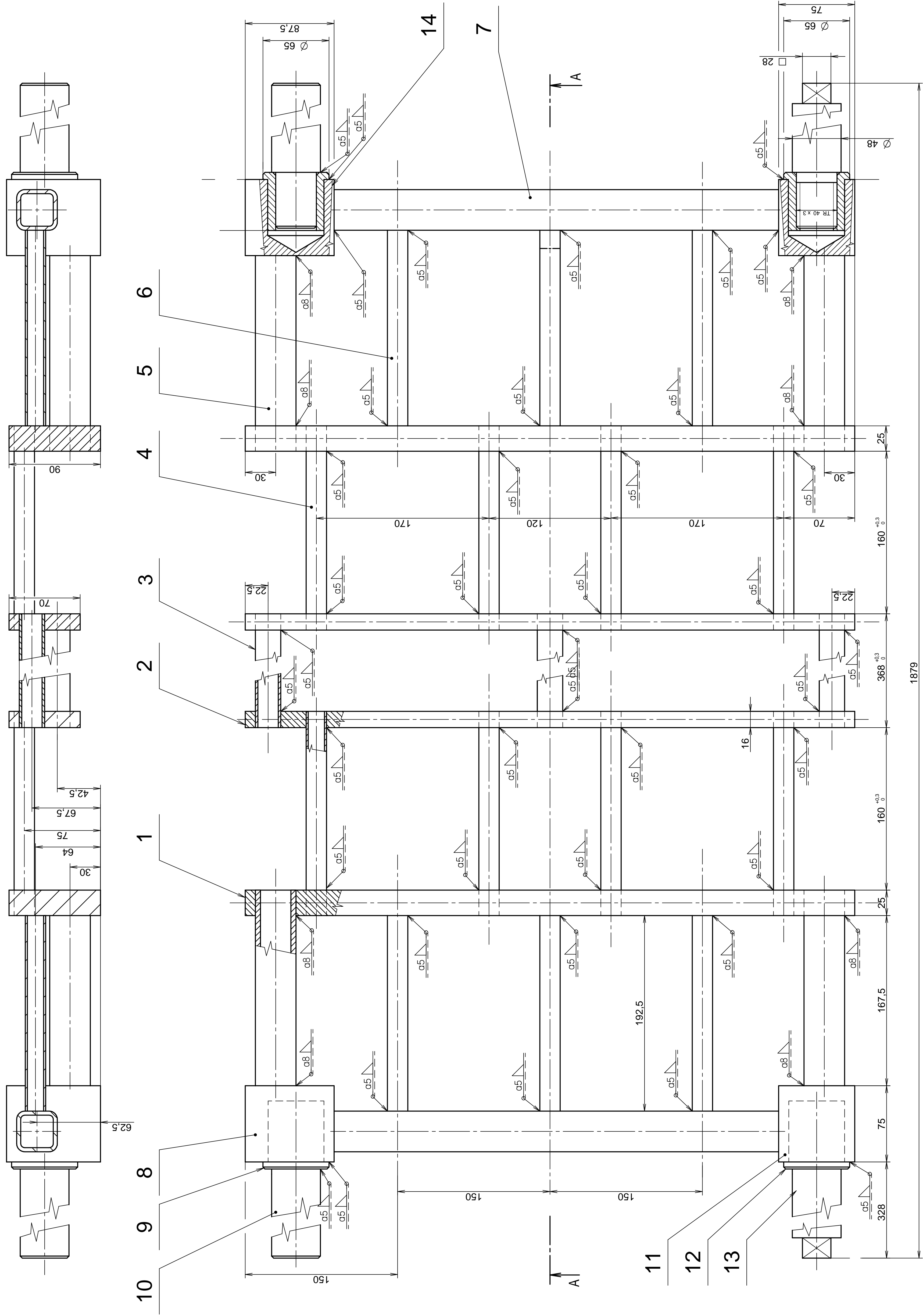


Gabriela Nagozenskj, JK SPED
Přístavní 8, 400 07 Ústí nad Labem
Tel/Fax: 00420 475 503 104
Mobil: 00420 602 226 899
Email: prodej@jksped.cz
www.jksped.cz



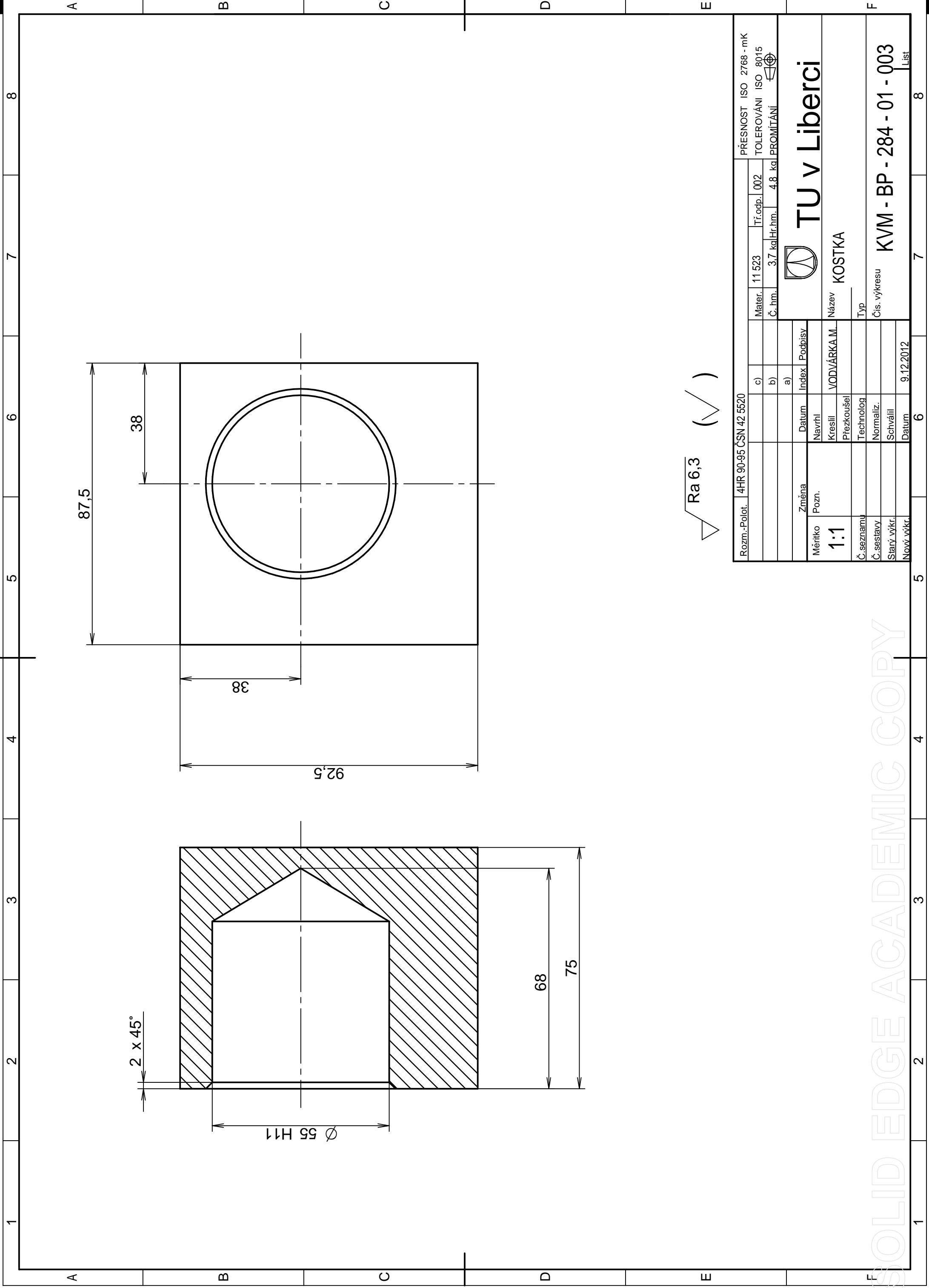
ITS Sweden — 145345-450, 0006

- paletový vozík v základní výbavě s vidlicemi rozměrů 1150x520mm, světlostí vidlic 85mm, hnací kola powerthan, vidlicová kolečka tandem polyuretan
- nosnost 2300kg
- hmotnost 64kg
- ergonomická rukojeť vyrobená ze speciálního tvrdého polymeru, nikdy nijak zásadně nestudí ani nepálí
- ovládací páčka přepíná lehce, na jeden stisk přepne z polohy spouštění na zdvih
- přepínání pomocí táhla z drátu nikoli ocelovým lankem, které může prasknout
- vozík vybaven systémem Prolift pro snadný rozjezd vpřed a vzad i při plné zátěži, přes nerovnosti podlahy či v kopci, ovládán jednoduše samostatnou pákou s aretací a pouhým kývnutím oje (vhodné pro obsluhu ženami či při manipulacích s většími náklady nebo nerovném terénu)
- zapouzdřená bezprašná hydraulika s řízením ve 180° uložená na robustním tlakovém ložisku
- řídící kola uložena excentricky, díky menšímu tření a lehčímu otáčení oje šetří materiál povrchu řídících kol
- řídící oj v místě namáhání zlomem vyztužena ocelovým profilem
- na výrobu nosných vidlic použita švédská ocel tloušťky 6mm, na vidlicích vyražené značky pro snazší orientaci při vjíždění do palet ze strany
- vidlice vpředu vybaveny kluzáky a otočnými ocelovými pouzdry eventuelně dle typu i nájezdovými kolečky, čímž je zamezeno opotřebovávání podvozku při vjíždění a vyjíždění do palet ze strany přes prkna
- spodní táhla vidlic vyrobena z plného profilu
- rám v místech namáhání vyztužen
- kvalitní povrchová úprava v práškové vypalovací barvě
- dle typu 10 až 12 mazacích bodů s maznicemi
- na přání mnoho doplňků (rychlodzvih, přetěžovací ventil, parkovací brzda), druhů (jednoduchá, tandem zdvojená) a materiálů povrchu koleček (nylon, polyuretan, powerthan, guma, ocel) aj.
- v jiném provedení možno upravit délku, šířku a světlost vidlic, barvu, logo vyražené do kovu apod. [6]

[illegible]

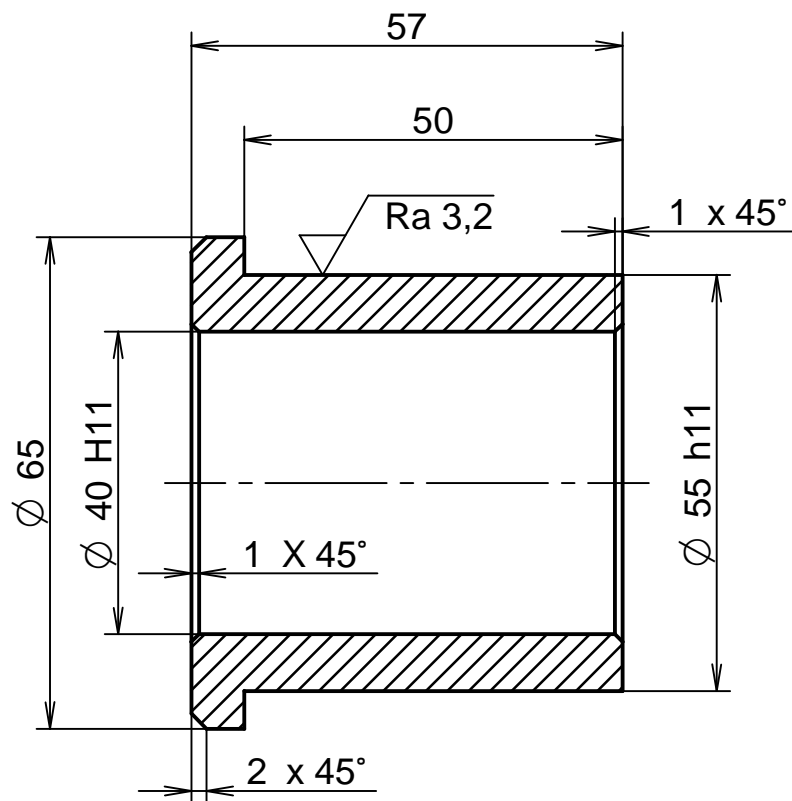
1	2	3	4
ODKAZ	OZNAČENÍ VÝKRES	POLOTOVAR MATERIÁL	ČÍSLO ZÁSOBNÍKU POZNÁMKA
1	DĚROVANÝ PÁS KVM - BP - 284 - 01 - 001	PLO 90 x 25 - 605 ČSN 42 5522 11 523	2
2	DĚROVANÝ PÁS KVM - BP - 284 - 01 - 002	PLO 70 x 16 - 605 ČSN 42 5522 11 523	2
3	TR 4HR 25 x 2,5 - 368	ČSN 42 5720 11 373	3
4	TR 4HR 20 x 2 - 201	ČSN 42 5720 11 373	8
5	TR 4HR 40 x 5 - 192	ČSN 42 5720 11 523	4
6	TR 4HR 20 x 2 - 192	ČSN 42 5720 11 373	6
7	TR 4HR 40 x 5 - 437,5	ČSN 42 5720 11 523	2
8	KOSTKA KVM - BP - 284 - 01 - 003	4HR 90 - 95 ČSN 42 5520 11 523	1
9	POUZDRO KVM - BP - 284 - 01 - 004	KR 70 - 60 ČSN 42 6510 12 030	1
10	NOSNÁ TYČ KVM - BP - 284 - 01 - 005	KR 48 - 385 ČSN 42 5510 11 523	2
11	KOSTKA KVM - BP - 284 - 01 - 006	4HR 75 - 80 ČSN 42 5520 11 523	2
12	POUZDRO KVM - BP - 284 - 01 - 007	KR 70 - 60 ČSN 42 6510 12 030	2
13	NOSNÁ TYČ KVM - BP - 284 - 01 - 008	KR 48 - 385 ČSN 42 5510 11 523	2
14	KOSTKA KVM - BP - 284 - 01 - 009	4HR 90 - 95 ČSN 42 5520 11 523	1

Rozm.-Polot.				PŘESNOST ISO 2768 - mK	
		c)		Mater.	Tř.odp.
		b)		Č. hm.	kg/Hr.hm. kg
		a)		PROMÍTÁNÍ 	
Změna		Datum	Index	 TU v Liberci PŘÍPRAVEK PRO MANIPULACI S VOZIDLI	
Měřitko	Pozn.	Navrhl			
		Kreslil	VODVÁRKA M.		
		Přezkoušel		Název	
Č.seznamu		Technolog		Typ	
Č.sestavy		Normaliz.		Čis. výkresu	KVM - BP - 284 - 01K
Starý výkr.		Schválil			
Nový výkr.		Datum	9.12.2012		List



$\sqrt{Ra\ 6,3}$ (✓)

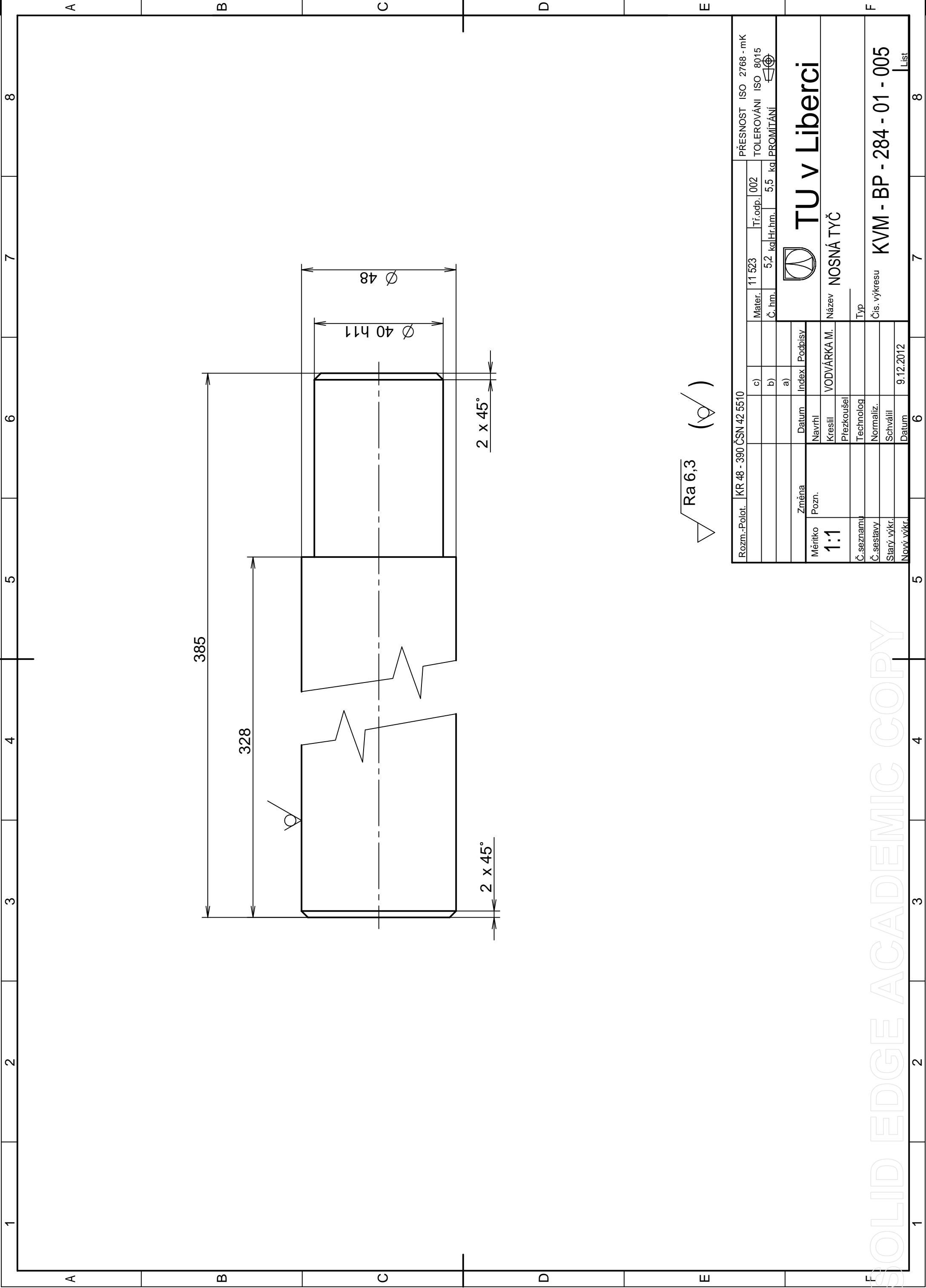
Rozm.-Polot.	4HR 90-95 ČSN 42 5520	PŘESNOST ISO 2768 - mK		
		TOLEROVÁNÍ ISO 8015		
		Mater.	11 523	Tr.odp. 002
		Č. hm.	3,7 kaHr.hm.	4,8 ka PROMITÁNÍ
		TU v Liberci		
		KOSTKA		
		Typ		
		Čís. výkresu		
		KVM - BP - 284 - 01 - 003		
		List		
		Datum		
		9.12.2012		





$\sqrt{Ra\ 6,3}$ ($\sqrt{Ra\ 3,2}$)

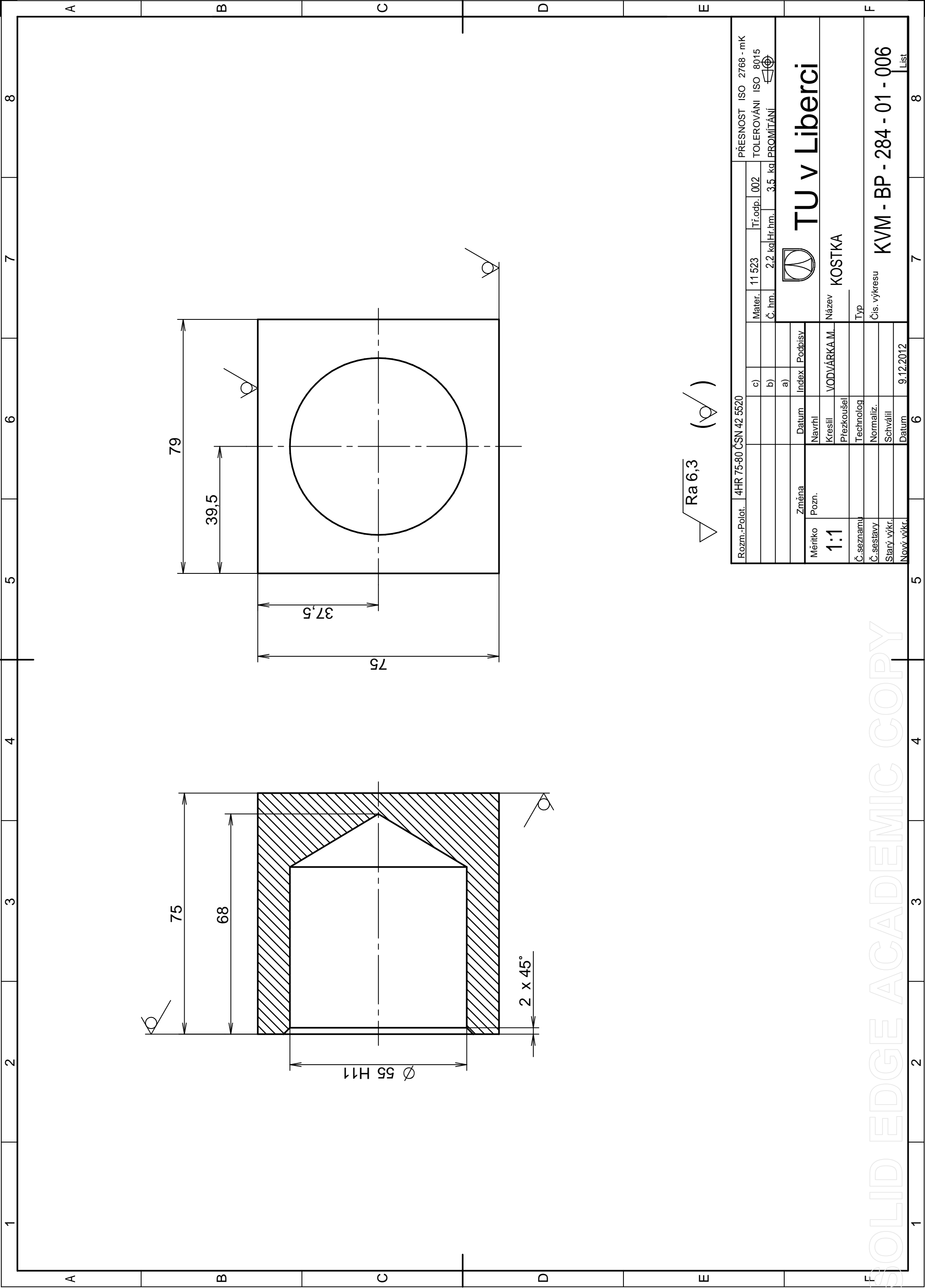
+2
KALENO NA 60 0 HRC

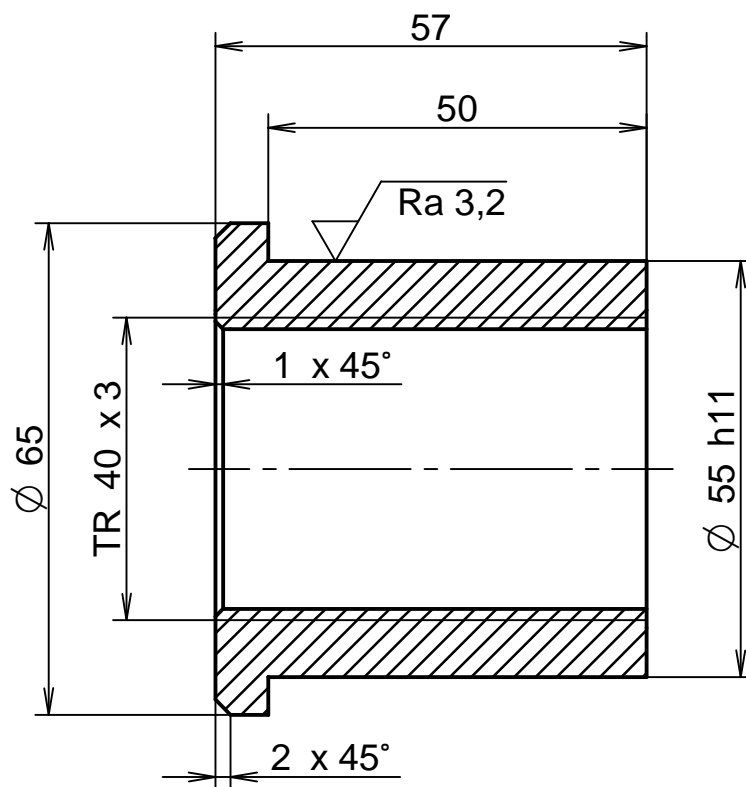
Rozm.-Polot.		KR 70 - 60 ČSN 42 6510				PŘESNOST ISO 2768 - mK	
		c)		Mater.	12 030	Tř.odp.	002
		b)		Č. hm.	0,4 kg	Hr.hm.	1,8 kg
		a)		<div></div> <div>TU v Liberci</div>			
Změna		Datum	Index				
Měřitko	Pozn.	Navrhl	Název				
1:1		Kreslil					
		Přezkoušel	POUZDRO				
Č.seznamu		Technolog					
Č.sestavy		Normaliz.	Typ				
Starý výkr.		Schválil					
Nový výkr.		Datum	9.12.2012	Čís. výkresu			
				KVM - BP - 284 - 01 - 004			
				List			



$\sqrt{Ra\ 6,3}$ ($\sqrt{\text{symbol}}$)

Rozm.-Polot.		KR 48 - 390 ČSN 42 5510		PŘESNOST ISO 2768 - mK TOLEROVÁNÍ ISO 8015			
				Mater.	11 523	Tr.odp.	002
				Č. hm.	5,2 kg	Hr.hm.	5,5 kg
				PROMÍTÁNÍ 			
		 TU v Liberci					
		NOSNÁ TYČ					
		Typ					
		Čís. výkresu					
		KVM - BP - 284 - 01 - 005					
		List					

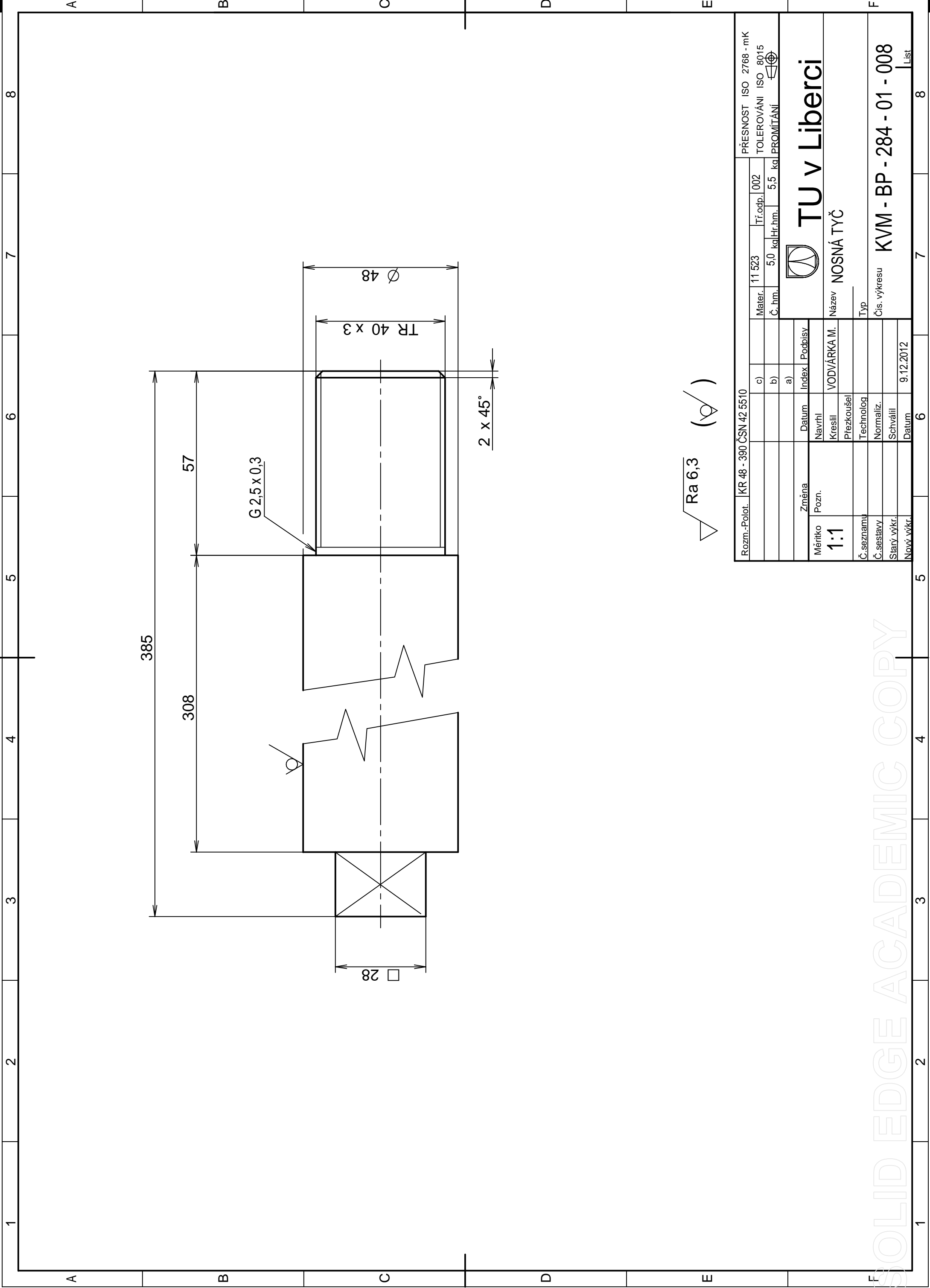




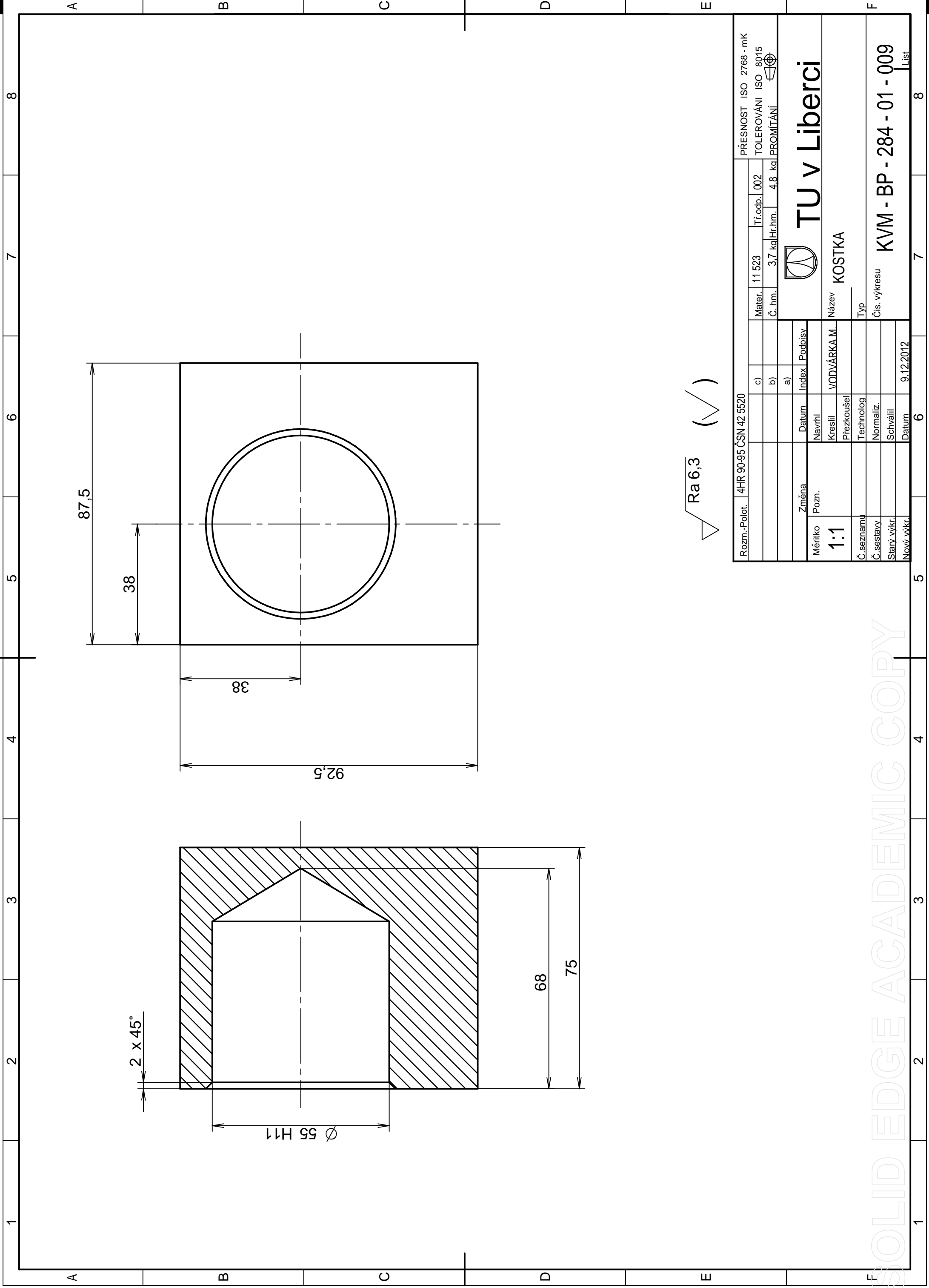
Ra 6,3
 Ra 3,2

+2
 KALENO NA 60 0 HRC


Rozm.-Polot.		KR 70 - 60 ČSN 42 6510				PŘESNOST ISO 2768 - mK	
		c)		Mater.	12 030	Tř.odp.	002
		b)		Č. hm.	0,4 kg	Hr.hm.	1,8 kg
		a)		 TU v Liberci			
Změna		Datum	Index	Podpisy	POUZDRO		
Měřitko	Pozn.	Navrhl					
1:1		Kreslil	VODVÁRKA M.	Název	KVM - BP - 284 - 01 - 007		
		Přezkoušel					
Č.seznamu		Technolog		Typ	LIST		
Č.sestavy		Normaliz.		Čís. výkresu			
Starý výkr.		Schválil					
Nový výkr.		Datum	9.12.2012		List		



$\sqrt{Ra 6,3}$ ($\sqrt{\text{ }}$)



$\sqrt{Ra\ 6,3}$ (✓)

Rozm.-Polot.		4HR 90-95 ČSN 42 5520		PŘESNOST ISO 2768 - mK		
				TOLEROVÁNÍ ISO 8015		
				Mater.	11 523	Tr.odp. 002
				Č. hm.	3,7 kg	Hr.hm. 4,8 kg
				PROMÍTÁNÍ 		
				TU v Liberci		
				KOSTKA		
				Typ		
				Čís. výkresu		
				KVM - BP - 284 - 01 - 009		
				List		
				9.12.2012		
				Datum		

SOLID EDGE ACADEMIC COPY